



Universida
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Actualización del carro de combate Leopard 2E
para el combate en escenarios de Europa del Este

Autor

Paul Mailfer Méndez

Director/es

Director académico: Francisco Escribano Bernal

Director militar: Juan José Ortega Castillo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2019

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este trabajo supone el alcance de una meta muy ansiada durante estos duros pero agradecidos años en la Academia General Militar; la finalización del Grado de Ingeniería en Organización Industrial y, por consiguiente, la obtención del despacho de Teniente que tanto esfuerzo y sacrificio ha costado. Por eso, me gustaría en estas breves palabras agradecer a aquellas personas que me han ayudado en la medida de sus posibilidades a lograr este objetivo con la realización de este Trabajo Fin de Grado.

En primer lugar a mis directores, el coronel D. Francisco Escribano Bernal y el capitán D. Juan José Ortega Castillo, por su constante consejo, supervisión y orientación, habiendo mostrado total disponibilidad para ayudarme en lo que fuese necesario. En segundo lugar al teniente D. Carlos Paccini por mostrarme cada día el trabajo diario que lleva ser un teniente de Infantería de una sección de carros de combate, por su continua dedicación y amor a la patria; así como también al teniente D. Aurelio Montero por compartir sus conocimientos del Leopard 2E y el funcionamiento de la unidad. También he mencionar a todo el personal de la 1ª Compañía de la misión eFP Letonia que ha participado de manera voluntaria en las entrevistas, con el objetivo de aportar la información que requería el trabajo.

Finamente a la 2ª Compañía del Batallón Flandes I/V , por haberme acogido como uno más y haber puesto a mi disposición todos los medios necesarios para ayudarme a realizar mi trabajo. Una familia de militares excepcionales con una gran voluntad de sacrificio y dedicación.

RESUMEN

La reciente misión de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), la enhanced Forward Presence (eFP), deja constancia de la amenaza que representa Rusia para Occidente. España ha desplegado en Letonia, juntos a otros medios, una sección de carros de combate Leopard 2E, con el objetivo de integrar un Battle Group para frenar una posible intervención de Moscú.

Los carristas españoles se enfrentan así a un medio y unas condiciones climáticas hasta ahora poco habituales, que presentan una serie de problemas propios del terreno en que se desarrolla la operación. Al mismo tiempo, de una posible confrontación con los medios rusos se desprende la necesidad de analizar las ventajas y desventajas que presenta el carro de combate español frente a sus homólogos rusos. Así, a raíz de esta comparación se sacan unas vulnerabilidades que deben ser tratadas para tener el mismo nivel de operatividad que el adversario.

Para ello se ha realizado una búsqueda de información bibliográfica en diversas fuentes, tanto abiertas como privadas, con el objetivo de recabar el máximo número de datos posible. Posteriormente se realizó una comparación entre medios blindados para detectar aquellas características fundamentales que no presenta el carro de combate español. Por último, se han realizado entrevistas al personal desplegado en la misión eFP Letonia para conocer los problemas más recurrentes detectados en esta zona de operaciones y poder encontrar soluciones a sus respuestas.

Los resultados han sido claros, la mayoría de mejoras van dirigidas a mejorar la protección, la potencia de fuego y la movilidad. Por tanto, es una investigación necesaria para actualizar el Leopard 2E en Europa del Este, permitiendo aumentar su operatividad, y eliminar las vulnerabilidades que presenta.

Palabras clave: Leopard 2E, actualización, carro de combate, Letonia, blindados rusos.

ABSTRACT

North Atlantic Treaty Organization's (NATO's) recent mission, the Enhanced Forward Presence (eFP), records Russia's threat to the West. Spain has deployed in Latvia, together with other units, a platoon of Leopard 2E main battle tanks, with the aim of integrating a Battle Group to curb a possible Moscow intervention.

Spanish tank crews are thus facing a terrain and weather conditions unknown until now, which present a series of problems related to the ground in which the operation takes place. At the same time, a possible confrontation with the Russian military has risen the need to analyze the advantages and disadvantages of the Spanish tank in front of its Russian counterparts. Thus, following this comparison, some vulnerabilities are founded that must be treated to have the same level of operability as the adversary.

For this, a search of bibliographic information has been carried out from various sources, both open and private, with the aim of collecting the maximum possible number of data. Subsequently, a comparison was made between armored means to detect those fundamental characteristics that the Spanish tank does not present. Finally, some interviews have been conducted with deployed personnel in the eFP Latvia mission to learn about the most recurring problems detected in this area of operations and to find solutions to their answers.

The results have been clear, most improvements are aimed at improving protection, firepower and mobility. Therefore, it is a necessary investigation to update the Leopard 2E in Eastern Europe, allowing to increase its operability, and eliminate the vulnerabilities that it presents.

Keywords: leopardo 2E, update, main battle tank, Latvia, Russian tanks.

ÍNDICE

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
LISTADO DE ABREVIATURAS	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes y contexto	1
1.2. Objetivo y alcance	2
1.3. Metodología	3
1.4. Estado de la cuestión	4
2. ESTADO DEL ARTE	7
2.1. El carro Leopard 2E	7
2.2. Carros de combate occidentales de última generación	8
3. ANÁLISIS DEL ESCENARIO BÁLTICO	10
3.1. Medios rusos	10
3.2. Análisis de los factores terreno/clima	12
4. ESTUDIO DE LOS RESULTADOS	14
4.1. Resultados de la comparación	14
4.2. Resultados de las entrevistas	14
5. ASPECTOS A MODERNIZAR EN EL LEOPARDO 2E	17
5.1. Misil contra carro LAHAT	17
5.2. Sistema de armas de control remoto de defensa inmediata	20
5.3. Sistema de defensa activa	22
5.4. Solución del problema del terreno: plato exterior a la rueda motriz	25
5.5. Resumen de modificaciones	27

6.	LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS	29
7.	CONCLUSIONES	30
8.	BIBLIOGRAFÍA	31
8.1.	Publicaciones reglamentarias y normativa militar	31
8.2.	Libros	31
8.3.	Hojas técnicas	31
8.4.	Artículos	32
8.5.	Trabajos de fin de grado	32
8.6.	Internet	32
9.	ANEXOS	35
9.1.	Anexo I. Carro de combate Leopard 2E.	35
9.2.	Anexo II. Factores físicos del Báltico .	37
9.3.	Anexo III. Características de los Carros de Combate.	39
9.4.	Anexo IV. Modelo de entrevista al personal de la eFP Letonia.	41
9.5.	Anexo V. Misil LAHAT.	43
9.6.	Anexo VI. Hoja técnica del M1 ELRF/D.	44
9.7.	Anexo VII. Mini Samson.	45
9.8.	Anexo VIII. Funcionamiento de un APS.	47
9.9.	Anexo IX. Plato exterior.	48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Leopard 2A4 disparando el misil LAHAT. Fuente: DefenseTalk.	17
Ilustración 2. Uso del LAHAT mediante guiado indirecto.. Fuente: Israel Aerospace Industries.	18
Ilustración 3. M1 ELRF. Fuente: Hensoldt.net.	19
Ilustración 4. EMES . Fuente: MT6-049. Ejército de Tierra 2008.	20
Ilustración 5. Mini- Samson. Fuente: General Dynamics.	21
Ilustración 6. Componentes del Sistema Trophy en un M1A2 Abrams. Fuente: Leonardodrs.com.	22
Ilustración 7. Funcionamiento del Sistema Trophy. Fuente: Breaking Defense.	23
Ilustración 8. Cestas de munición MEFP. Fuente: MT6-049. ET 2008.	24
Ilustración 9. Plato exterior Cohemo, colocado en la rueda propulsora. Fuente: sección de la eFP.	26
Ilustración 10. Componentes del plato exterior. Fuente: escalón del regimiento. Edición propia.	26
Ilustración 11. Sistemas integrados en el Leopard 2E. Fuente: elaboración propia.	28
Ilustración 12. Carro de combate Leopard 2E. Fuente: elaboración propia.	35
Ilustración 13. Dimensiones del Leopard 2E. Fuente: adaptación del Carro de Combate Leopard 2E para el combate en el desierto.	35
Ilustración 14. Posición del tirador con el EMES. Fuente: MT6-049. ET 2018.	36
Ilustración 15. Alvéolos para proyectiles de 120mm. Fuente: elaboración propia.	36
Ilustración 16. Pantalla del jefe de carro BMS LINCE. Fuente: estrella digital.	36
Ilustración 17. Paisaje de estepa. Fuente: Dreamstime	37
Ilustración 18. Terreno arenoso en Letonia. Fuente: Alamy.	37
Ilustración 19. Climograma de Letonia. Fuente: Climate Data.	38
Ilustración 20. Salida y puesta de sol en Riga. Fuente: Citipedia	38
Ilustración 21. T-90M ruso. Fuente: Wikipedia.	40
Ilustración 22. T- 14 Armata. Fuente: RT.	40
Ilustración 23. Hoja técnica LAHAT. Fuente: Israel Aerospace Industries.	43
Ilustración 24. Misil LAHAT. Fuente: Army Technology.	43
Ilustración 25. Hoja Técnica. Fuente: Hensoldt.	44
Ilustración 26. Hoja técnica Mini Samson. Fuente: General Dynamics.	45

Ilustración 27. Subsistema de mando y control. Fuente: PapTecnos. Propuesta de instalación del Sistema Mini-Samson para carros. 45

Ilustración 28. Emplazamiento del subsistema de armas.. Fuente: PapTecnos.Propuesta de instalación del Sistema Mini-Samson para carros. 46

Ilustración 29. Prototipo de la Mini-Samson en el Leopardo 2E. Fuente: PapTecnos. Propuesta de instalación del Sistema Mini-Samson para carros. 46

Ilustración 30. Funcionamiento de un APS "HardKill". Fuente: Businessinsider. 47

Ilustración 31. Plato exterior del PCMASA defectuoso. Fuente: sección en eFP Letonia.. 48

Ilustración 32. Rueda propulsora. Fuente: elaboración propia. 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Respuestas de los entrevistados.Fuente : elaboración propia. 15

Tabla 2. Puntuación/prioridad de las respuestas. Fuente: elaboración propia. 16

Tabla 3. Características de CC. Fuente: elaboración propia. 39

LISTADO DE ABREVIATURAS

APS	Active Protection System
BICC	Batallón de Infantería de Carros de Combate
BMS	Battlefield Management System
CC	Carro de Combate
CPU	Central Processing Unit
CUD	Centro Universitario de la Defensa
DIDOM	Dirección de Doctrina, Orgánica y Material
DIEN	Dirección de Enseñanza, Instrucción, Adiestramiento y Evaluación
eFP	enhanced Forward Presence
ERA	Explosive Reactive Armour
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
JEME	Jefe del Estado Mayor del Ejército de Tierra
LAHAT	Laser Homing Attack
LDR	Laser Designator Rangefinder
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina
MEFP	Multi Explosive Formed Penetrators
MBT	Main Battle Tank
MGCS	Main Ground Combat System
MPTM	Militares de Tropa y Marinería
MT	Manuel técnico
NOP	Norma Operativa Particular
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCMASA	Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Acorazados
RCWS	Remote Control Weapon System
TFG	Trabajo de Fin de Grado

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y contexto

La Doctrina Militar Rusa incluye la percepción de las amenazas internas y externas que siente Rusia. Entre los aspectos más significativos del pensamiento ruso está el concepto *Near Abroad*, que pretende mantener bajo su influencia el espacio territorial del antiguo Pacto de Varsovia cercano a sus fronteras. Para ello, ha tratado de afianzar sus relaciones con los antiguos estados de la Unión Soviética y demostrar que Europa del Este sigue perteneciendo a su esfera natural de influencia, imponiendo principios y reglas de carácter militar y económico (Klein, Wissenschaft, - German Institute for International, & Affairs, 2015). La protección de los intereses de las poblaciones rusas o de lengua rusa sirve de pretexto para ello. Así Rusia no percibe que se mantenga la OTAN con un carácter defensivo contra un adversario que solo puede ser la propia Rusia. Por ello considera prioritario contar con las capacidades necesarias para responder a la superioridad militar occidental, dejando entrever, en muchas ocasiones, su predisposición a intervenir para salvaguardar sus intereses (DIDOM, 2016, p. 14). Esta amenaza militar se hizo patente con la invasión rusa de Georgia en 2008 y Ucrania en 2014, dejando clara la determinación de Moscú a imponer su voluntad. Esta forma de actuar la convierte en un potencial peligro para Occidente y, especialmente, para Europa.

Con el objetivo de evitar una situación similar, la OTAN ha iniciado la misión enhanced Forward Presence (eFP) en los estados bálticos, dentro de la cual España, entre otros medios, ha desplegado una sección de carros de combate Leopard 2E en Letonia. La misión tiene el fin de mostrar la voluntad de la organización para defender la integridad de sus componentes, aplicando si fuese necesario el artículo 5 de la Alianza, tal y como indica el teniente coronel Fernández Ávila, jefe del contingente español en la base de Adazi: «disuadimos preparándonos para defender» (Esteban Villarejo, 2019). Este nuevo despliegue ha llevado a la necesidad de analizar un hipotético enfrentamiento del carro de combate español con sus homólogos rusos. Fruto de esta comparación entre medios blindados, se ha estimado la necesidad de modernizar sin mucha tardanza el Leopard 2E (ver Anexo 1), puesto que el paso de los años parece que lo ha dejado en desventaja en algunos aspectos frente a sus posibles

adversarios (Fernández Mateos, 2010)¹. De hecho el Jefe de Estado mayor del Ejército (JEME) acaba de publicar el documento *Fuerza 35*, donde menciona un carro denominado Leopard 2E Plus, que debe “servir de puente entre los actuales conceptos de carro de combate y el futuro Main Ground Combat System (MGCS) europeo, cuyas primeras unidades entrarán en servicio en 2035” (Varela Salas, 2019, p. 66).

1.2. Objetivo y alcance

El origen de este trabajo es una propuesta del Regimiento Acorazado *Pavía 4*, recientemente desplegado en la misión eFP en Letonia con una sección de seis carros de combate Leopard 2E de su Batallón *Flandes*, el cual volverá a proyectar en una nueva rotación en 2021.

El objetivo principal establecido con los directores del Trabajo Fin de Grado (TFG) es el de proponer posibles cambios, actualizaciones y mejoras a llevar a cabo en el carro de combate Leopard 2E, tomando como referencia su empleo en Europa del este, una zona hasta ahora no habitual para los medios de las fuerzas armadas españolas. En este sentido, hay que señalar que el programa de fabricación del Leopard 2E terminó en 2007, por lo que cabe plantearse la posibilidad de planear a medio plazo una modernización.

En el presente trabajo se pretende realizar un análisis de las capacidades que presenta el carro de combate español, detectando sus debilidades frente a los principales medios rusos, identificados como amenaza en esa zona de operaciones, y con las peculiaridades del escenario báltico. Además, es necesario investigar las innovaciones técnicas de los carros de última generación aliados, a fin de conseguir un nivel de desarrollo análogo. Como fruto de este análisis, se desprenden unas finalidades secundarias: la mejora y adaptación de sus capacidades para el combate, y por tanto de su operatividad, y la supervivencia de las tripulaciones en los próximos años.

En cuanto al alcance, las propuestas recogidas en este trabajo se reducen al ámbito teórico debido a factores limitantes como el económico, que debería ser abordado por alguna oficina de programa específica. Otros aspectos limitantes en esta investigación son la dificultad de disponer de toda la información necesaria debido a la

¹Véanse en el anexo I las características del carro Leopard 2E.

confidencialidad que rige en el sector y la amplitud del término Europa del Este, usado a menudo para referirse a todos los países europeos que anteriormente estaban gobernados por regímenes comunistas, el llamado “Bloque del Este” (New World Encyclopedia, 2019). Dentro de esta amplitud se cogerá como referencia en muchos apartados Letonia, debido a la información disponible gracias a la eFP y la probabilidad de un conflicto que incluya el empleo del Leopard 2E ya desplegados en esta zona.

Como resultado final, se obtendrá un informe que recoja la información más importante y sirva de guía para futuros proyectos encaminados a la implementación de estas mejoras, las cuales podrán ser incorporadas a todos los Leopard 2E de los que dispone el Ejército, sin distinguir entre Caballería e Infantería Acorazada.

1.3. Metodología

El primer paso para la realización de este TFG fue la consulta de diversas fuentes de información bibliográfica. Se pretendía así obtener información acerca de materiales, sistemas, procedimientos y tecnologías aplicadas a los medios acorazados de ejércitos extranjeros, sobre todo rusos. Las lecturas que se han realizado durante esta fase se han extraído fundamentalmente de cinco fuentes: manuales oficiales, servicio de documentación de la Dirección de Doctrina, Orgánica y Material (DIDOM), Internet, Biblioteca virtual de Defensa (especialmente los memoriales de Infantería y Caballería) y bases de datos de distintas universidades.

Al ser complicado encontrar información detallada en fuentes abiertas acerca de posibles mejoras a aplicar en el carro de combate Leopard 2E, se investigó en documentos profesionales y técnicos donde sí que aparecen datos útiles acerca de las implementaciones que podrían ser aplicadas para la lograr la modernización del carro. En el caso de Internet, se han buscado especialmente artículos acerca de carros de combate actuales y las últimas actualizaciones, como el Leopard 2A7+ o el T-14 Armata, que han servido para localizar aquellas ventajas que presentan frente al carro español y detectar las posibles mejoras a aplicar en este último. También se ha buscado en páginas web de corporaciones privadas del sector armamentístico con el objetivo de localizar nuevos medios a instalar en el carro de combate que permitan igualar o superar las capacidades de otros medios blindados de última generación.

Una vez incorporado el autor a la unidad para realizar sus prácticas externas, se entrevistó con personal experto/especialista en sistemas de armas y electrónica del carro

de combate Leopard 2E. Posteriormente, se entrevistó a mecánicos civiles especialistas de la empresa civil Cohemo, que han estado trabajando sobre la dirección de tiro del Leo 2E durante el periodo de prácticas en el escalón de mantenimiento del regimiento y finalmente con las tripulaciones de las secciones del Batallón Flandes.

Para recabar información concreta sobre el empleo del Leopard 2E en Europa del Este, se han realizado entrevistas, recogidas en el Anexo IV, a las tripulaciones de la sección de carros Leopard 2E del Batallón de Infantería de Carros de Combate (BICC) *Flandes* I/4, mandada por el teniente Vicente Traver Carretero, desplegados en la misión eFP Letonia entre enero y julio de 2019. Han sido entrevistados en total, tres cuadros de mando y seis Militares de Tropa y Marinería (MPTM). Con estas entrevistas se ha buscado conocer las vulnerabilidades más destacadas y los problemas más recurrentes en el CC español, con el objetivo de hallar cuáles son las demandas más necesitadas y que las tripulaciones aportasen ideas y vías de salida a dichas cuestiones.

Las respuestas (ver Tabla I) han sido clasificadas según la recurrencia con la que aparecen en las entrevistas, con el fin de localizar aquellas carencias detectadas por las tripulaciones en este escenario y ver cuáles son las más factibles de resolver. Posteriormente, y otorgando una mayor importancia a las respuestas de los cuadros de mando debido al mayor conocimiento que tienen de los medios, se ha aplicado una puntuación de 3 y 2 para las respuestas de los cuadros de mando y de 1 para los MPTM. Una vez aplicado este criterio, han sido clasificadas las respuestas en orden de recurrencia (ver Tabla 2) para hallar las implementaciones necesarias para actualizar el carro de combate.

El proceso de investigación ha terminado con la síntesis entre las aportaciones realizadas por las tripulaciones desplegadas en Letonia que han permitido el estudio de las capacidades y limitaciones del carro en este terreno tan poco común para las Fuerzas Armadas, y la información obtenida en la investigación del análisis bibliográfico, que han hecho posible la determinación de los mejores implementos a aplicar.

1.4. Estado de la cuestión

El documento básico para cualquier trabajo referente al carro Leopard 2E es el *Manual técnico MT6-049*, el cual recoge toda la información básica y avanzada, tanto de los componentes mecánicos y electrónicos como de su empleo en cualquier situación; véase: conducción nocturna, remolque, empleo en condiciones gélidas, etc.

Existen muchos documentos que analizan la injerencia rusa en el flanco este de la OTAN, así como la potencial amenaza que representa para los ejércitos europeos, un ejemplo de ello es *Análisis del conflicto ruso-ucraniano* elaborado por el Ejército de Tierra (ET) español (DIDOM, 2016). Otras publicaciones extranjeras que analizan el concepto de la guerra híbrida rusa en Europa del Este, analizada como posible modo de actuación que Moscú podría repetir en cualquier país de su zona de influencia, como en la publicación *Countering Hybrid Warfare Project: Countering Hybrid Warfare*. Otro ejemplo es *Russia's New Military Doctrine. NATO, the United States and the "Colour Revolutions."* que identifica las principales amenazas rusas a día de hoy a través de la comprensión del *Modus Operandi* ruso.

Se pueden encontrar diversos artículos acerca de las nuevas actualizaciones que se están desarrollando en los principales carros Main Battle Tank (MBT) del mercado. También se accedió a fuentes abiertas donde diversas revistas y portales web han publicado artículos haciendo referencia a la mejoras de medios blindados como la publicación *Presente y futuro de los medios acorazados españoles* de la revista *InfoDefensa* que analizas modernizaciones más punteras del sector, con el objetivo de añadirlas en los medios de las Fuerzas Armadas españolas y especialmente en el Leopard 2E. Existen otros artículos de periódicos digitales como *Infobae*, *LeFigaro*, *DefenseNews...* y de páginas web como *Defensa*, *Tanksandpurpose*, *Popularmechanic*, *Ejército de Tierra*. Se debe destacar que esta información se analizó desde un punto neutral, teniendo en cuenta las posibles orientaciones políticas e ideológicas de las mismas.

El Ejército de Tierra tiene varias publicaciones acerca de la modernización de sus medios de combate, donde destaca la publicación anual, por parte del Mando de Adiestramiento y de Doctrina (MADOC), del documento *Tendencias: Volumen I y II*, donde analiza las prioridades a corto-medio plazo del ET, en los cuales está presente el Leopard 2E. Además se han publicado directrices hacia dónde el ET ha de hacer hincapié en mejorar, reflejadas en el *Entorno Operativo Terrestre Futuro 2035*, pero que no habla en ningún momento de modernizaciones a realizar en el Leopard 2E. Destaca, por el entorno en el que es analizado, el documento de *Lecciones aprendidas en Letonia. El flanco este de la OTAN* (MADOC, 2019).

En cuanto a las publicaciones profesionales periódicas, destaca el artículo del capitán Dailor Juan Martínen la revista *Armas y Cuerpos* de la Academia General

Militar, donde se analiza de una manera más detallada el despliegue y funcionamiento del primer contingente desplegado en la eFP (Juan Martín, 2018). En cambio, es resaltable que los memoriales de las armas de Infantería y Caballería de los últimos cinco años tratan el uso del carro de combate, pero no recogen información acerca de mejoras a implementar en el Leopard 2E para su empleo en el flanco este de la OTAN.

Hay que destacar también la existencia de varios trabajos fin de grado (TFG) realizados en el Centro Universitario de la Defensa (CUD) acerca de mejoras a realizar en el Leopard 2E en diversos aspectos, como la ergonomía, el sistema de identificación amigo-enemigo, o el combate en desierto, que permiten analizar posibles soluciones a las desventajas y debilidades que presenta el carro de combate español frente a los MBT de última generación. Para el presente trabajo han sido de especial interés los de los ahora tenientes Daniel García Gómez sobre *El caso de la implementación del sistema de armas por control remoto Mini-Samson en el Leopard 2E, 2015*, Javier Iglesias Martín del *Estudio comparativo de estaciones de armas de control remoto para implementar como armamento secundario en el carro de combate "Leopardo 2-E", 2019*, y José Joaquín Martínez Gómez acerca de la *Implementación de un sistema de defensa activa en el Carro de Combate Leopard 2E, 2016*.

En conclusión, es complicado encontrar un documento que hable en exclusiva de la mejora del carro de combate español en Europa del Este. No obstante, son muchos los que tratan las mejoras presentes en diversos MBT que sirven como ayuda para la realización de la investigación, actuando como un espejo a la hora de aplicar estas modernizaciones en el Leopard 2E. Empero, es de destacar la dificultad en encontrar información verídica y detallada de sistemas y capacidades los diferentes medios acorazados.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. El carro Leopardo 2E

El Leopardo 2E es el principal carro de combate que posee el Ejército de Tierra español. Es producto de una modificación del Leopard 2A6 alemán, para cumplir los requisitos del Ejército en su programa de modernización de armamento, implementando capacidades adicionales como un blindaje frontal más grueso para proteger las partes más propensas a recibir fuego enemigo. Su desarrollo comenzó en 1998 y se fue entregando a las unidades entre 1999 y 2009, cuando se cerró la línea de fabricación. Cuenta con un cañón de 120x55mm Rheinmetall, capaz de alcanzar objetivos a 4 km, una ametralladora 7,62 mm coaxial y una antiaérea de 7,62 mm, medios de adquisición de objetivos de tercera generación, un sistema de defensa pasivo compuesto por un blindaje de acero homogéneo reforzado con módulos de blindaje compuesto Explosive Reactive Armour (ERA), y tiene una gran movilidad gracias a su motor de 1500CV de potencia (Ejército de Tierra, 2008, Capítulo 3).

La compra del Leopardo 2E situó a España como uno de los países con los medios acorazados más modernos y capaces a nivel internacional. A pesar de ello, en la última década ha tenido lugar una gran evolución en cuanto a medios blindados, donde se ha visto la aparición de nuevos carros de combate, sistemas de defensa, detección y ataque que cuentan con la última tecnología, posicionando al carro de combate español en una necesidad de modernización si quiere mantenerse a la vanguardia y seguir siendo uno de los mejores en cuanto a medios acorazados.

Además, al tratarse de un Carro de Combate (CC) que, pese a ser fabricado en España, forma parte de la familia del Leopard 2, la mayoría de sus especificaciones técnicas provienen del carro alemán, el cual fue diseñado para el combate en Europa Central. Por esta razón, el Leopardo 2E no está específicamente pensado para el combate en Europa del Este donde el terreno es el principal enemigo, por las grandes planicies que permiten el tiro desde muy lejana distancia, por la nieve, la arena...

Es de señalar que Alemania ha seguido desarrollando nuevas versiones de la familia Leopard 2, instalando mejoras y actualizando sistemas. La última ha sido el Leopard 2A7+ desarrollado y actualizado para cumplir con los nuevos requisitos de las Fuerzas Armadas alemanas, dejando atrás al Leopardo 2E. Los componentes del sistema, optimizados para proteger a la tripulación, demuestran su valor, haciendo

hincapié en varias modernizaciones como la implementación de un Active Protection System (APS) que protege los 360° del carro, optoelectrónica mejorada, un dispositivo de visión térmica Attica de tercera generación y una estación de control remoto de armas FLW 200 (Krauss-Maffei Wegmann, 2010).

2.2. Carros de combate occidentales de última generación

En contraposición a la mejora del blindaje de los carros de combate, las armas contra carro también han experimentado una gran evolución, siendo actualmente capaces de perforar las corazas más modernas y sofisticadas. Esta situación motiva la necesidad de mejorar la capacidad de supervivencia de las tripulaciones en los vehículos acorazados. Para esto último se han desarrollado sistemas que permitan mejorar la supervivencia de las tripulaciones. Para ello son muy valiosos los APS, que pueden actuar de dos maneras distintas. Por un lado, con contramedidas electrónicas que alteran el comportamiento de la detección y seguimiento de la amenaza que se acerca (por ejemplo, un misil guiado) que son designadas medidas no destructivas (en inglés softkill). Las medidas que contraatacan físicamente a la amenaza son designadas medidas destructivas (en inglés hardkill, ver Anexo III) (Defense Update, 2006). La gran mayoría de los artículos que tratan las necesidades de un futuro MBT opinan que el sistema de defensa activa es fundamental: “El Leopard 2E Plus en el año 2035 debería contemplar mejoras en la supervivencia, mejor blindaje y sistemas de protección activa” (Carrasco, 2019). En este sentido, puede resaltarse que los carros de combate Leopard 2A4 turcos, a pesar de ser una versión más anticuada que la actual, sufrieron muchas bajas en Siria, lo que forzó a Ankara a implementar en sus carros Leopard nuevos sistemas APS (Forte, 2017). Tal es la preocupación que el US Army ha realizado un estudio completo a través del Congressional Research Service, para implementar un APS en sus vehículos (Feickert, 2016).

Otro ejemplo de ello es Merkava israelí, que tiene muchas características que no se encuentran en ningún otro diseño de carros contemporáneos. Así, como sistema de defensa activa cuenta con el pionero Trophy, capaz de interceptar y destruir misiles entrantes, cohetes y proyectiles HEAT gracias a la onda de choque que genera. En esa línea Irán ha probado con éxito el primer sistema de protección activa de fabricación nacional en sus carros de combate Zolfaqar que demuestra que el empleo de un APS se está convirtiendo en una prioridad en el resto de países (Army Recognition, 2016b).

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta es el avance tecnológico ocurrido en el resto de carros de combate del mundo, que han ido incorporando tecnología de última generación. Ante la necesidad de igualar las nuevas capacidades que presentan los últimos carros rusos y chinos, la OTAN y sus aliados han iniciado la modernización de sus medios blindados para poder contrarrestar estos avances, y fruto de ello han sido diversos avances en nuevas tecnologías y puestas a punto.

Este avance se muestra una vez más en el Merkava IV. Posee la capacidad tras realizar un guiado láser, de disparar el misil LAHAT, proyectil de guiado láser con un reducido peso y un pequeño tamaño que proporciona ataques de precisión de alta letalidad y pocos daños colaterales cuyo alcance máximo efectivo anunciado se ubica alrededor de los 8 kilómetros, hecho que supone una clara ventaja técnica frente a sus adversarios (Israel Aerospace Industries, 2019).

El M1A2 SEPv2 (versión 2) Abrams del Ejército americano incorpora un sistema de armas de control remoto, que elimina la vulnerabilidad del cargador, permitiendo a éste usar la ametralladora desde el interior del carro de combate evitando la exposición de la tripulación. Además, se elimina una de las mayores vulnerabilidades de los carros de combate en ambientes urbanos, la dificultad de hacer fuego sobre objetivos relativamente cercanos y altos, como pueden ser los que se encuentren en plantas superiores de edificios cercanos o azoteas (Merrill, 2019).

El prototipo español de Vehículo de Combate sobre Ruedas (VCR) 8x8 Dragón está probando la radio definida por software Synaps, la nueva familia de radios tácticas definidas por software para el combate colaborativo, ya en uso en países como EEUU, Reino Unido o Bélgica, que permite una interconexión entre unidades en tiempo real y que está prevista en ser implementada en los futuros carros de combate, sustituyendo de esta manera a la PR4G (Carrasco, 2018).

El MGCS es el proyecto de futuro carro de combate europeo. En la feria militar Eurosatory, de junio de 2018 en París, KMW + Nexter Defense Systems presentó el "Carro de combate de batalla principal europeo", que combina el casco de un Leopard 2A7 con la torre de un Leclerc. Según Francois Groshany, el beneficio del carro es la combinación del chasis Leopard 2 de "muy alta capacidad" con la torre del Leclerc que es más ligera. Además integra con un cargador automático, dejando la tripulación en tres personas, ayudando a aislarlos del almacenamiento de municiones en caso de incendio (Defense News, 2018).

3. ANÁLISIS DEL ESCENARIO BÁLTICO

Dentro de los acuerdos alcanzados en la cumbre de Varsovia de julio de 2016 por los 28 miembros de la OTAN, uno de los más significativos, por tener una gran importancia estratégica, política y pública y ser el elemento más visible de la postura reforzada de disuasión y defensa de la OTAN, fue constituir y materializar la presencia avanzada reforzada en el flanco este de la Alianza.

El propósito final de este acuerdo es prevenir un conflicto con Rusia a través de la disuasión, y si ésta fallara, defender a la población y el territorio de las naciones de la OTAN: “Los *Battle Group* de la eFP disuadirán y estarán preparados para defender a la Naciones Anfitrionas contra una incursión limitada militar rusa, para demostrar la indivisible resolución de la Alianza en salvaguardar a los Aliados amenazados” (MADOC, 2019, p. 4). Por ello España ha desplegado en la misión seis carros Leopard 2E, los cuales podrían ser aumentados en al menos una sección tal y como confirma el JEME:

General Varela: The Latvian authorities have asked us for more tanks because of their deterrence effect. We have looked into the matter and we could well deploy another section (six LEOPARD tanks) if the political level orders us to do so (Estaban Villarejo, 2019).

Esto hace necesario un análisis del potencial enemigo ruso que el Leo 2E podría hacer frente en caso de una escalada de tensión, y por tanto, una intervención rusa.

3.1. Medios rusos

Los MBT rusos T-90-M² y T-14 Armata³ (ver Anexo III), son considerados los mejores medios del Ejército Ruso en cuanto a material blindado. Poseen la última tecnología militar, superando técnicamente en varios aspectos al carro español. A diferencia de los diseños de carros occidentales, que están optimizados para enfrentarse a números superiores, los rusos han enfatizado tradicionalmente características que permiten velocidad, autonomía, bajo perfil de torreta y, más recientemente, mejoras de blindaje y ayudas defensivas para minimizar aún más las pérdidas al atacar posiciones defensivas (Giles, 2017).

²Última versión del T-90, siendo este el principal MBT actual del Ejército ruso.

³Actualmente existen 20 unidades en plantilla; serán aumentados en los próximos años.

La principal ventaja que presentan tanto el T-14 como la última versión del T-90, la M, es la presencia de un sistema *hardkill* de defensa activa, capaz de detectar un misil o granada enemiga que se aproxima, oponerse a ella y por último destruirla o neutralizarla. Se trata del APS Afghanit, un complejo sistema compuesto de un radar de barrido electrónico activo, un subsistema informático y lanzadores que disparan fragmentos de metralla que destruyen los proyectiles entrante (Army Recognition, 2016a).

Poseen además, un sistema *softkill* de defensa pasiva, como el T-90 que emplea el sistema Shtora-1, que interrumpe el funcionamiento de los sistemas de guía láser utilizando proyectores que emiten radiación óptica e infrarroja modulada y como consecuencia, quedan inutilizados todos los sistemas de puntería óptico-electrónicos situados en un radio de 2 o 2,5 kilómetros, además de presentar lanzadores de humo para engañar a los misiles tirados en modo “Dispara y olvida”⁴. Además permite a la tripulación conocer el origen físico del láser que intenta fijar el carro, dirigiendo el cañón a la fuente de emisión (Instituto de Estrategia, 2017).

En el aspecto ofensivo, ambos carros de combate poseen en su arsenal un misil contra carro guiado por láser. El T-90 M emplea el 9M119M Refleks con un alcance de cinco kilómetros. El T-14 Armata usa el 3UBK21 Sprinter, un proyectil guiado de propulsión reactiva cuyo alcance máximo efectivo anunciado se ubica alrededor de los doce kilómetros.⁵ Aparte, ambos han implementado un sistema de control remoto para reemplazar la ametralladora antiaérea, no teniendo que exponerse para su empleo (Popular Mechanics, 2017).

Otro gran problema es la capacidad de guerra electrónica del Ejército ruso, que empleó en Ucrania oriental equipos de alta tecnología para localizar e identificar rápidamente y bloquear los sistemas de mando y control ucranianos (telefonía móvil, red radio de combate o radios civiles).

Por último, Moscú posee una gran cantidad de helicópteros de ataque, con más de 400 helicópteros en activo, de los cuales la mitad son helicópteros de última generación Ka-52s. Esto es una gran amenaza para el uso del carro de combate, haciendo

⁴ Tipo de misil que no requiere ser guiado por iluminación o por cable después de su lanzamiento.

⁵ Especificaciones dadas por el Ejército Ruso, habría que probar la veracidad de esta información.

imperativo la presencia en el carro español de mejoras para hacer frente a este medio (Gerden, 2019).

3.2. Análisis de los factores terreno/clima

La operación eFP se ha caracterizado por las condiciones climáticas en las que se desarrolla, a las cuales el Ejército español no está acostumbrado a hacer frente. El clima de Letonia tiene unas estaciones muy marcadas, con veranos cálidos pero también húmedos, siendo julio el mes más lluvioso. Las temperaturas rondan el intervalo entre 20°C y 25°C, pudiendo incluso llegar a 30°C. La primavera y el otoño son húmedos y templados (ver climograma en Anexo II).

Sin embargo, el clima de invierno se puede incluir en lo que nuestra PD4-009 *Combate en montaña y zonas de clima frío* define precisamente como “zona de clima frío”, que es aquella que se caracteriza por abundantes precipitaciones en forma de nieve y bajas temperaturas medias, cercanas a los 0°C, pero que pueden descender a -20°C por periodos superiores a 10 días y que, en casos extremos pueden alcanzar los -30°C. La citada publicación doctrinal establece que operar por cortos periodos de tiempo a temperaturas bajas (entre 0 y -10°C) debe estar al alcance de tropas sin un entrenamiento específico y el material debe soportarlas sin una preparación previa, más allá de las tareas habituales para invierno.

Por el contrario, operar durante largos periodos de tiempo a esas temperaturas o inferiores, caso de esta operación (las condiciones experimentadas en la eFP han sido extremas aún para las condiciones de frío que se dan en Letonia, alcanzando -30° de sensación térmica) exige vestuario, equipo, instrucción y adiestramiento específico y una preparación previa de los materiales (MADOC, 2019, pp. 19–20). No obstante, el frío no parece un problema, ya que el Leopard 2E está preparado para ello. El resultado obtenido del comportamiento de los vehículos y carros de combate del contingente eFP ha sido sobresaliente, tal y como destaca el sargento 1º Juan Luque: “Hemos comprobado que el carro funciona perfectamente a -30°C, y nosotros con él”, pero advierte que lo peor para el Leopard 2E es el terreno arenoso (ver Anexo II, ilustración 18) y las placas de hielo (Estado Mayor de la Defensa, 2018), ya que esto último produce la salida de la cadena y el hundimiento del carro en la nieve.

Las respuestas en las entrevistas lo demuestran: “pese a la cantidad de bosques el terreno suele ser muy blando (arena o nieve), lo que origina multitud de

problemas que obliga a usar crampones y un plato exterior en el tren de rodaje para evitar una salida de cadena”. Otra muestra evidente de este problema aparece en las lecciones aprendidas de Letonia: “La influencia del terreno arenoso que predomina en la zona de despliegue unido a las condiciones climáticas de frío extremo condicionan...a la vez que afecta a la movilidad de los vehículos” (MADOC, 2019, p. 32).

Otra de las principales características propias de Letonia que se hace extensible al resto de Europa del Este, es que los bosques de pino y abedules representan el 52% del territorio. La mayoría de sus carreteras se encuentran bordeadas de altos pinos, lo cual dificulta la movilidad de los vehículos y reduce los campos de visión. Esto muestra la necesidad de tener un sistema de armas de control remoto para poder hacer frente a la infantería a pie que pueda ocultarse en el bosque debido al reducido campo de visión, la dificultad de detectar al enemigo y las limitaciones para girar la torre en terreno boscoso (World Atlas, 2017). Tal y como indica uno de los sargentos entrevistados, “Al ser predominantes los bosques, el giro de la torre queda muy limitado...”.

Otro aspecto a tener en cuenta y que puede influir en el personal desplegado es la variación de las horas de sol al día según la estación del año (recogidas en el Anexo II). En 2018, el día más corto en Riga ha sido de 6 horas y 44 minutos de luz natural; el día más largo ha sido de 17 horas y 53 minutos de luz natural (MADOC, 2019, p. 20). Del análisis de estos datos se desprende la necesidad de tener un moderno sistema de visión nocturna debido a la gran cantidad de horas de oscuridad, lo cual el Leopardo 2E posee gracias a su sistema de visión térmica de segunda generación. No obstante, uno de los sargentos entrevistados responde que sería interesante “cambiar el sistema de visión térmica actual por uno de tipo Attica”, de tercera generación, que ofrece mucha mejor calidad de imagen, que incluye un aumento de sus capacidades de identificación ampliando el alcance con respecto a sus predecesores (Hensoldt Optronics, 2016).

4. ESTUDIO DE LOS RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados en la elaboración de este trabajo. La información aportada por entrevistas al personal desplegado en la misión de Presencia Avanzada Reforzada, así como el análisis propio del autor mediante la comparación de los medios y el análisis bibliográfico han sido la fuente de los resultados que aquí se van a estudiar. Estos resultados se van a tratar en los siguientes apartados:

4.1. Resultados de la comparación

En cuanto a la comparación de características del Leopard 2E y sus posibles adversarios en Europa del Este, véase la tabla 3, Anexo III.

Desde el punto de vista ofensivo los carros rusos poseen una gran ventaja en campo abierto debido a sus misiles contra carro 3UBK21 Sprinter y 9M119M Refleks, que tienen un alcance efectivo de 5-12 km. Es una característica que hasta la fecha no ha sido contemplada por los ejércitos occidentales por considerar que la precisión de sus direcciones de tiro evita recurrir a este tipo de soluciones (Esteban Villarejo, 2014). Empero, este alcance es un grave problema para los carros occidentales que emplean munición convencional cuyo alcance efectivo es de 4 km. Esta desventaja no es decisiva en territorio español, y parte del europeo, por el carácter ondulado de su terreno, pero se acentúa especialmente en Europa del Este donde gran parte del paisaje bioclimático es estepa (ver Anexo II, Ilustración 17), que comprende la existencia de grandes campos de tiro, que permiten un guiado láser desde largas distancias. Esto hace necesario implementar un misil en el Leopard2E que sea capaz de contrarrestar esta ventaja técnica de los medios rusos.

De esta manera, y observando la importancia de los APS analizados en el Apartado 2, se considera fundamental añadir un sistema de defensa activa al carro de combate español, con el objetivo de aumentar la protección de la tripulación para mantener su operatividad en el combate y protegerse de los cada vez más eficaces tipos de munición.

4.2. Resultados de las entrevistas

Se han realizado entrevistas con el fin de conocer los aspectos que cambiarían o mejorarían aquellos que han estado desplegados en misión en Europa del Este con el

carro de combate y que están más acostumbrados a trabajar con él. Así, se ha realizado una serie de preguntas (ver Anexo IV) con el objetivo de conocer de cerca aquellos problemas más cotidianos en la misión debido al terreno al clima, así como posibles mejoras que implementarían al Leopard 2E para aumentar su efectividad.

Posteriormente, se ha recopilado información de entrevistas realizadas al personal de la sección desplegada en la eFP IV Letonia (ver Tabla 1). La entrevista se ha realizado a 9 personas de un total de 18 de la sección, siendo entrevistados tres cuadros de mando y seis MPTM con el objetivo de recabar las necesidades y problemas más destacables del Leopard 2E en Letonia. Los entrevistados pertenecen al Regimiento Pavía 4, concretamente a la 1ª Cía. del Batallón *Flandes*, y han aceptado responder a las preguntas de manera voluntaria y anónima de manera escrita. Los resultados muestran que la mayoría del personal considera problemático el terreno y el clima en la zona de operaciones seguido de otros aspectos relacionados con el combate como puede ser el sistema de control de armas remoto o mejorar la óptica del carro de combate.

Empleo	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3	Prioridad 4
Teniente	Problemas con el terreno arenoso, salida de la cadena	Sistema de armas de control remoto	Problemas electrónica/humedad	-
Sargento	Cambiar cámara visión térmica	Problemas con el terreno arenoso, salida de la cadena	-	-
Sargento	Cambiar el binocular del tirador por una pantalla como el JC	Sistema de armas de control remoto	Problemas con el terreno arenoso, salida de la cadena	Cambiar material de las zapatas
Cabo	Problemas electrónica/humedad	Cambiar material de las zapatas	-	-
Cabo	Problemas con el terreno arenoso, salida de la cadena	Mejorar la visión del puesto del cargador	Gran desgaste de cadena	-
Soldado	Cambiar a un material más ligero para las zapatas	Aumentar número de crampones para zapata/nieve	-	-
Soldado	Problemas con el terreno arenoso, salida de la cadena	Sistema de armas de control remoto	Problemas con la electrónica/humedad	-
Soldado	Aumentar número de crampones para zapata/nieve	Cambiar el binocular del tirador por una pantalla como el JC	-	-
soldado	Aumentar la protección contra las minas/ IED	-	-	-

Tabla 1. Respuestas de los entrevistados. Fuente : elaboración propia.

A continuación, se ha procedido a clasificar las respuestas más demandadas por las tripulaciones, observando la recurrencia de las mismas. Se ha otorgado mayor importancia a las respuestas de los cuadros de mando por considerar mayor su

conocimiento acerca del medio blindado. Así, se ha multiplicado por 3 las respuestas de los oficiales, por 2 la de los suboficiales y por 1 la de los MPTM. De esta manera se ha obtenido la siguiente tabla que recoge, con la puntuación anteriormente mencionada, la recurrencia de cada respuesta:

Necesidad	Recurrencia
Problemas con el terreno arenoso, salida de la cadena	10
Sistema de armas de control remoto	6
Problemas electrónica/humedad	5
Cambiar material de las zapatas	3
Cambiar el binocular del tirador por una pantalla como el JC	3
Mejorar cámara visión térmica	2
Aumentar número de crampones para la nieve	2
Mejorar la visión del puesto del cargador	1
Aumentar la protección contra las minas del CC/reforzar blindaje	1
Aumentar el número de cadenas para cambiar/ Gran desgaste de cadena	1

Tabla 2. Puntuación/prioridad de las respuestas. Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, se observa que la prioridad es implementar un sistema que evite la salida de la cadena debido al terreno arenoso presente en Letonia y que tantos problemas ha dado (Esteban Villarejo, 2018), y como indica el teniente entrevistado, “en los meses de Abril a Noviembre es terreno arenoso y aparecen grandes problemas de erosión y desgaste de la cadena” y en segundo lugar la implementación de un sistema de armas de control remoto que permita la no exposición de la tripulación y poder hacer frente a la infantería ligera en el terreno boscoso. Como indica uno de los sargentos entrevistados en las entrevistas “Al ser predominantes los bosques, el giro de la torre queda muy limitada, los cargadores deberían tener un sistema de armas que les aporte seguridad y capacidad visual 360 para poder defenderse de la infantería ligera”, así como en zonas urbanas, tendencia cada vez mayor en la guerras del Siglo XXI (Gutiérrez, 2002, pp. 74–77).

5. ASPECTOS A MODERNIZAR EN EL LEOPARDO 2E

Como se vio en el estado del arte, la tendencia a potenciar estas plataformas dotándolas de mayor protección y potencia de fuego; confirma la tendencia de inversión económica en los parques de carros de combate mediante la activación de variados programas de adquisición y de modernización (MADOC, 2017, p. 5).

Así, de los dos métodos realizados se ha obtenido que para actualizar el CC Leopard 2E es necesario implementar un misil guiado por láser, un sistema de defensa activa, un sistema de armas de defensa inmediata control remoto y una mejora para contrarrestar los problemas que ocurren con la salida de la cadena en terreno arenoso.

5.1. Misil contra carro LAHAT

Para contrarrestar la ventaja ofensiva de los carros rusos en Europa del Este es necesaria la instalación de un misil contra carro en el Leopard 2E. Una posible opción podría ser el Laser Homing Attack Missile (LAHAT), ya que, a pesar de no haber sido finalmente adquirido, fue probado satisfactoriamente en la familia Leopard 2 en Alemania (ver Ilustración 1), donde los misiles lanzados lograron impactos directos, a menos de 30 cm del centro del punto de designación del láser. Esta prueba demuestra que la implementación de dicho misil en el Leopard 2E resultaría sencilla, y requeriría de modificaciones mínimas para poder operarlo (Rheinmetall Defence AG, 2006).



Ilustración 1. Leopard 2A4 disparando el misil LAHAT. Fuente: DefenseTalk.

El LAHAT (ver Anexo V) es un misil avanzado de origen israelí desarrollado y fabricado por la División MBT de Israel Aerospace Industries (IAI), que puede ser lanzado desde una variedad de plataformas, como vehículos blindados, carros de combate y helicópteros. Puede atacar objetivos fijos y móviles así como a medios aéreos (Army Technology, 2019). Destacar que su implementación se realiza para combatir en campo abierto a los medios rusos, ya que en terreno boscoso perdería su efectividad debido a los obstáculos que encontraría para guiar el misil.

Diseñado principalmente para cañones de 105 mm y 120 mm de los carros de combate Merkava, el LAHAT también es adecuado para el cañón 120 mm Rheinmetall del Leopard 2 (Army Technology, 2019).

El misil usa una ojiva tándem que es capaz de penetrar a todo tipo de blindaje moderno, incluido el blindaje reactivo adicional ruso⁶. Posee un alcance de 8 km, que permite contrarrestar los 5-12 km que pueden llegar a tener los misiles Refleks y Sprinter rusos. Para este último hay que destacar que muy pocos vehículos tienen visores con la resolución necesaria para identificar claramente los objetivos en esos rangos tan lejanos, siendo necesario para ello unas condiciones meteorológicas excepcionales (Soh, 2018).

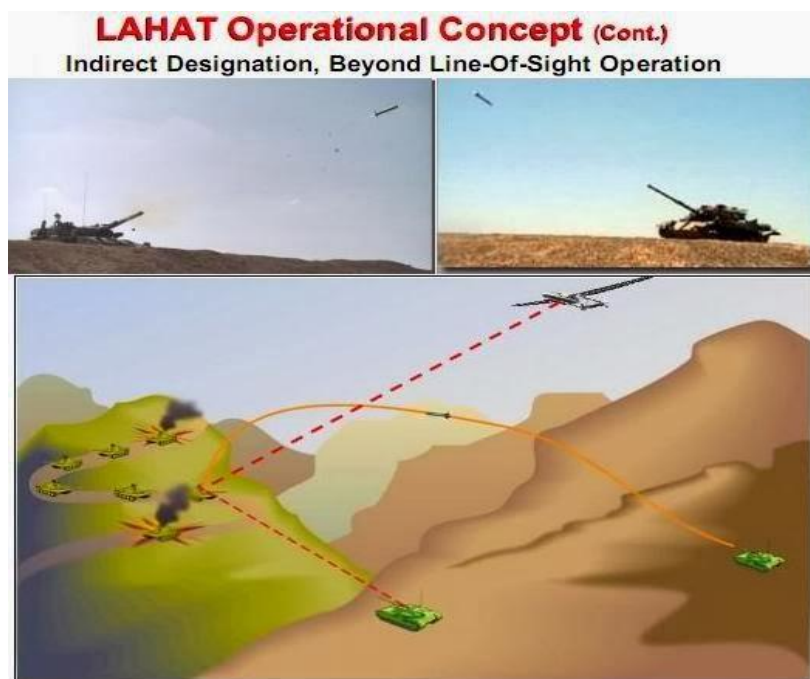


Ilustración 2. Uso del LAHAT mediante guiado indirecto.. Fuente: Israel Aerospace Industries.

⁶Habría que comprobar su efectividad contra los APS rusos.

El LAHAT puede ser lanzado mediante guiado láser o sin él, así el vehículo puede lanzar el misil desde una posición oculta usando una designación de un tercero para una mejor protección. Por tanto, existen dos opciones de uso: el jefe de carro usa un designador Laser Designator Rangefinder (LRD) para mantener la línea de visión hacia el objetivo durante el vuelo del misil, o bien un observador avanzado, helicóptero o dron designa el objetivo (Israel Aerospace Industries, 2019)

Si se usa en condiciones geográficas y climáticas europeas típicas, un Leopard 2 armado con LAHAT tendría que estar respaldado por una designación indirecta previa comunicación de la dirección y distancia del objetivo (Marx, 2004). Una vez las señales del láser alcanzan el objetivo, estas rebotan en el objetivo hacia el cielo, donde son detectadas por el buscador de las municiones guiadas por láser, quienes entonces ajustan su rumbo en el aire para centrarse sobre el láser (ver Ilustración 2).

En cambio, si se realiza un guiado directo, por ejemplo en un terreno con grandes campos de visión como el anteriormente mencionado en Europa del Este, el telémetro láser se reemplaza por un módulo de designación LRF / láser, añadiéndolo a la dirección de tiro del carro para poder hacer los cálculos correspondientes. Esta modificación del sistema láser ya ha sido probada en el Leopard 2 (Rheinmetall Defence AG, 2010). Al no poder obtener la información del sistema designador láser aplicado en las pruebas del Leopard 2E se va a proponer un LDR probado satisfactoriamente en el M1 ABRAMS, que se estima que podría ser instalado de igual manera en el Leopardo 2E. Se trata del M1 ELRF (ver Anexo VI para la hoja técnica) de la empresa alemana especializada en armamento Hensoldt, que iría equipado con un designador láser de 80mJ. Se estima que con sus dimensiones de 108x295x223 mm y peso de 10 Kg es fácilmente adaptable dentro del carro de combate, sustituyendo el actual telémetro láser por éste último.



Ilustración 3.M1 ELRF. Fuente:Hensoldt.net.

El M1 ELRF iría montado en el periscopio del tirador (EMES, ilustración 4). En el Anexo I se puede ver el puesto del tirador con sus unidades de control de tiro y de dirección de tiro, y del EMES con el que observa el objetivo y dispara el láser.

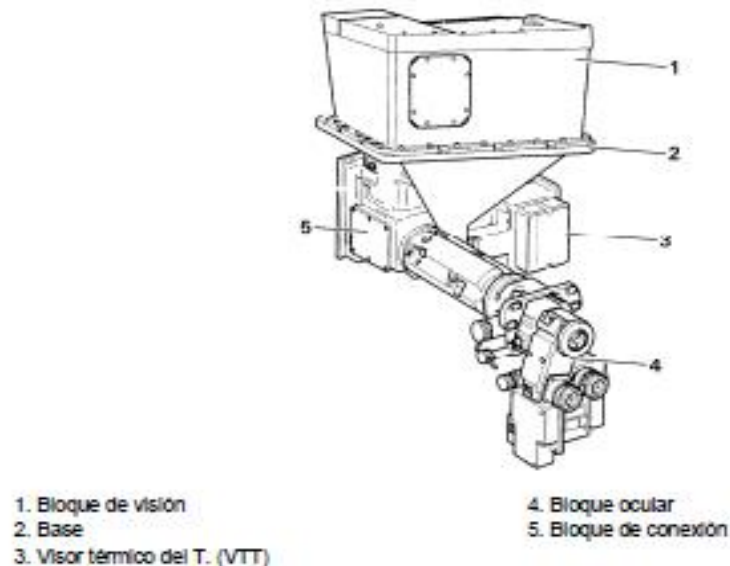


Ilustración 4. EMES . Fuente: MT6-049.Ejército de Tierra 2008.

Al alcanzar el láser su objetivo, saldría reflejada su posición en la pantalla del Battlefield Management System (BMS) del Jefe de Carro (ver Anexo I, ilustración 16) la posición para su verificación y posterior disparo. El misil se guarda como otros proyectiles de 120 mm en sus correspondientes alvéolos (ver Anexo I, ilustración 15), en el compartimiento de municiones se maneja como cualquier otro tipo de proyectil del cañón, por lo que no sería necesaria ninguna implementación de un nuevo sistema o estante para estos misiles. Solamente habría que configurar el sistema de control de tiro añadiendo el nuevo tipo de munición, seleccionar el misil como munición antes de realizar el tiro para el cálculo de los datos de tiro y disparar tras haber iluminado el objetivo vía láser -directo o indirecto- (Army Technology, 2019).

5.2. Sistema de armas de control remoto de defensa inmediata

Otro de los resultados obtenidos de la investigación ha sido la necesidad de implantar un sistema de armas de control remoto para la autodefensa inmediata. Un Remote Control Weapon Station (RCWS) es una unidad de combate que integra dispositivos de visión y movimiento junto con una estación de armas, todos ellos controlados remotamente como un único sistema.

Este tema ya fue tratado por el ahora teniente Javier Iglesias Martín en su TFG titulado “Estudio comparativo de estaciones de armas de control remoto para implementar como armamento secundario en el carro de combate Leopard 2-E” donde tras realizar un análisis multicriterio, determinó como óptima la estación de control remoto MINI-SAMSON, cuyas características vienen recogidas en la hoja técnica de General Dynamics (ver Anexo VII) (Iglesias Martín, 2019). Además, cabe destacar que ha sido el sistema elegido por el Ejército español para ser implementado en el 8x8 Dragón (Navarro García, 2019).



Ilustración 5. Mini- Samson. Fuente: General Dynamics.

El estudio de la implementación individual de la estación en el Leopard 2-E fue desarrollado por el entonces CAC Daniel García Gómez, ahora ya teniente, en su TFG titulado “Innovaciones tácticas y técnicas de los carros de combate en la guerra asimétrica: El caso de la implementación del sistema de armas por control remoto Mini-Samson en el Leopard 2E” (García Gómez, 2015), donde desarrolló las soluciones a los principales problemas, el primero es la disposición de sus componentes en el interior del habitáculo del cargador en el CC, y el segundo la forma en que se comunica el subsistema de armas con el de mando y control. En este TFG fue demostrado como posible la implantación en el Leopard 2E de sus componentes (ver Anexo VII).

La mini Samson da la capacidad de montar y operar tanto la ametralladora MG3 de 7.62 mm como la pesada de 12.70 mm, dando la capacidad al cargador de poder defenderse de la infantería enemiga sin tener que exponerse para hacer uso del sistema, operándola desde dentro del vehículo. Sería interesante equipar al carro de combate solamente de ametralladoras de 7,62 mm para facilitar la logística, ahorrar espacio dentro del carro y usar los estantes ya asignados para esta munición.

Aunque ya se ha montado en otros vehículos junto al Sistema APS Trophy, lo que indica que son compatibles, habría que estudiar cómo afectaría la combinación de estos sistemas a la electrónica del Leopard 2E.

5.3. Sistema de defensa activa

Implementar un sistema de defensa activa es uno de los pasos más importantes a la hora de actualizar un carro de combate para que logre la última tecnología posible, al mismo tiempo que se torna en necesario para mantener la supervivencia de la tripulación ante las constantes mejoras en armamento y municiones, de las cuales hace gala el Ejército Ruso con sus últimos avances.

De la misma manera que para el RCWS, no es objetivo del trabajo realizar el estudio de todos los APS disponibles. Por consiguiente, el resultado del mejor APS para el Leopard 2E se ha obtenido del TFG *Implementación de un sistema de defensa activa en el Carro de Combate Leopard 2E* del ahora teniente José Joaquín Martínez Gómez, en el cual realiza un análisis de los distintos sistemas en el mercado. El idóneo es el Sistema Trophy, fabricado por la empresa israelí Rafael, que goza de gran reconocimiento mundial. Los 360° de protección, el haberse demostrado su eficacia en combate (Gaza en 2011), la capacidad de reiterar ante amenazas sucesivas y el precio competitivo hacen del Trophy el APS más adecuado para implementar en el Leopard 2E (Martínez Gómez, 2016).



Ilustración6.Componentes del Sistema Trophy en un M1A2Abrams. Fuente: Leonardodrs.com.

El diseño incluye el radar EL/M-2133 WindGuard, de efecto doppler, distribuido con cuatro antenas de panel plano montadas en el vehículo, cubriendo los 360 grados, diseñado para detectar y rastrear automáticamente proyectiles contra carro y misiles. Cuenta con una unidad central de datos (CPU) que transmite automáticamente la información al sistema BMS, creando una alerta visible en la pantalla del jefe de carro.

Cuando se detecta un proyectil, el ordenador calcula un vector de aproximación casi instantáneamente y determina el momento y el ángulo óptimo para disparar las contramedidas. La respuesta proviene de dos lanzadores rotativos instalados a los lados del vehículo que disparan un número muy pequeño de Multi Explosive Formed Penetrators (MEFP), cada uno formado por 35 penetradores formados por explosivos múltiples, que forman una matriz muy espesa y precisa, dirigida a un punto específico de la amenaza proveniente. El sistema está diseñado para tener una zona de impacto muy pequeña, a fin de no poner en peligro al personal próximo al vehículo protegido, evitando así dañar tanto al personal como a otros sistemas instalados en el exterior del carro de combate (Leonardo DRS, 2019, p. 4).

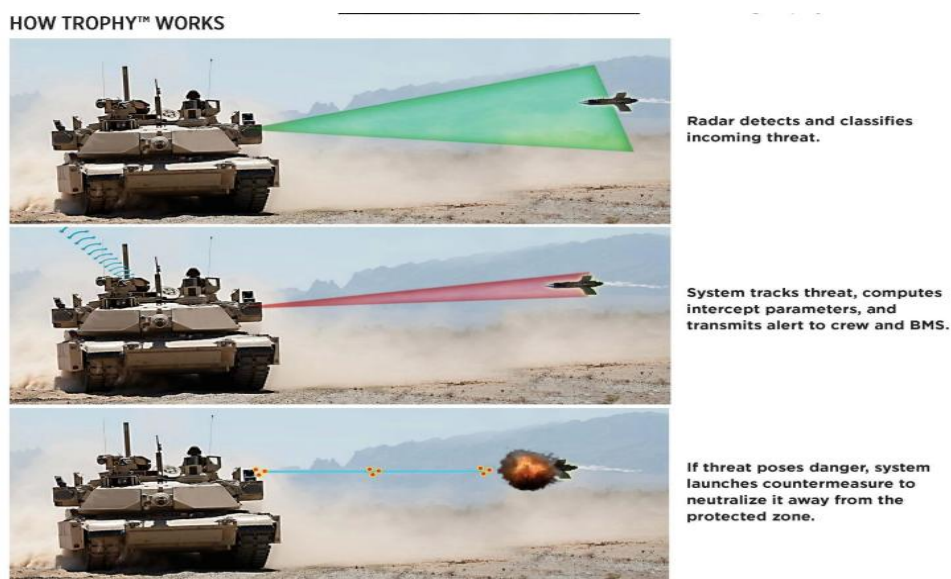


Ilustración 7. Funcionamiento del Sistema Trophy. Fuente: Breaking Defense.

Centrándonos en cómo afectaría la instalación de un sistema APS como el Trophy al resto de componentes propuestos para la modernización del Leopard 2E (Mini Samson, radares, BMS...) la empresa fabricante afirma que: “Trophy es un sistema modular que permite la conectividad a otros sistemas, como sistemas soft-kill, sistemas de mando y control, estaciones de armas controladas a distancia” (Rafael, 2019), eliminando de esta manera un posible problema con el RCWS de la torre.

Se desprenden una serie de inconvenientes de su instalación. Uno de ellos es que el sistema no puede hacer frente a los proyectiles flecha⁷ de otros carros de combate, difícilmente detectables en el radar el sistema Trophy. A cambio, el APS pesa aproximadamente 800 kg, que a pesar de ser bastante peso, solo arroja otra tonelada al vehículo de más de 60 toneladas. Y finalmente destacar que la cantidad de contramedidas es un factor que afecta a la duración de la protección ya que no son ilimitadas. Cada lanzador dispone de tres contramedidas de MEFP, por tanto el sistema puede interceptar un total de tres proyectiles por cada flanco. Existiría la posibilidad de llevar munición adicional de MEFP para poder recargar sin tener que depender del escalón logístico, pues en la torre se almacenan cuatro cajas de munición adicionales de 7,62 mm en un soporte (ver ilustración 8) situadas junto al puesto del radio cargador. Se estima que la munición MEFP podría ir en uno de estos espacios debido al pequeño tamaño de los lanzadores, eliminando munición adicional de 7,62 mm.



Ilustración 8. Cestas de munición MEFP. Fuente: MT6-049. ET 2008.

Como se puede observar en la Ilustración 11, el sistema iría montado en los laterales de la torre por lo que no influiría en los sistemas de observación y puntería del carro. Además, como se ha mencionado anteriormente y veremos en el apartado final, no influye negativamente con el sistema RCWS ya que está probada la conectividad entre ambos sistemas y que en caso de lanzar las contramedidas no afectaría ni al sistema de armas, ni a los radares debido a su precisión. Un ejemplo de la compatibilidad entre ambos es la última versión del Abrams, que implementa tanto la Mini Samson como el Trophy o el Merkava IV israelí (Rogoway, 2017).

⁷Es un tipo de proyectil de penetración que actúa bajo los principios de la energía cinética.

5.4. Solución del problema del terreno: plato exterior a la rueda motriz

El terreno blando y arenoso predominante en el área de operaciones, así como la importante capa hidrográfica, hace que sea habitual la presencia de barro en las vías de comunicación. El barro adherido a los trenes de rodaje se congela rápidamente comportándose como un material abrasivo que desgasta los distintos componentes. Este material helado adherido a los componentes de los sistemas de tensión provoca que no funcionen adecuadamente, lo que se traduce en la pérdida de tensión de la cadena, la cual afecta a la dirección de los vehículos y puede ocasionar importantes averías por la salida de la cadena. Por ello se hace especialmente importante la continua revisión de estos elementos y la verificación de la correcta tensión en función de las características del terreno predominante en el que se vayan a desarrollar las actividades.

Ése ha sido uno de los problemas más destacados por parte de los entrevistados: “la protección en la rueda tractora es fundamental ya que en terreno arenoso la cadena sale con mucha facilidad”. El teniente entrevistado comenta que: “cuando se fue la nieve, los problemas aparecieron con el terreno arenoso que obligaba a los conductores a conducir con extremo cuidado para no sacar cadena. Para ello se ha de implementar en las coronas dentadas un plato exterior”. Según la información proporcionada por la sección del Batallón *Flandes* desplegado en la eFP Letonia, este plato exterior se ha utilizado como medida temporal para evitar la salida de la cadena, por lo que una de las medidas a tomar para actualizar en este terreno al Leopard 2E es la instalación de un plato exterior en el tren de rodaje a todos los carros que desplieguen en esta zona, extendiendo su uso y proporcionándolo a todas las unidades.

El tren de rodaje lo conforman las ruedas y cadenas emplazadas a los lados del casco. Las ruedas están recubiertas con caucho vulcanizado, y las cadenas disponen de zapatas de goma desmontables (Ejército de Tierra, 2008). A raíz de la información proporcionada por el teniente jefe de la sección de carros desplegados en Letonia en la eFP IV, se conoce que los carros allí desplegados emplean un plato exterior que se coloca en la rueda propulsora (ver Anexo IX, ilustración 32) para evitar una salida de la cadena. Con el objetivo de evitar problemas similares esta medida ya fue adoptada anteriormente por los Leopard 2 daneses desplegados en Afganistán.

El Ejército de Tierra intentó a través del Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Acorazados (PCMASA) fabricar un plato exterior, intento fallido debido a que

acabó resultado defectuoso debido a la torsión que experimentó (ver el plato exterior doblado en Anexo IX, ilustración 31). Ha sido la empresa civil Cohemo la que ha fabricado un plato que ha resultado ser óptimo para el carro (ver Ilustración 9), siendo actualmente la única empresa con un plato exterior compatible con el Leopard 2E.



Ilustración 9. Plato exterior Cohemo, colocado en la rueda propulsora. Fuente: sección de la eFP.

Sus dimensiones y peso no han resultado en ningún momento problema alguno en el funcionamiento normal del carro de combate, habiéndose añadido al tren de rodaje sin ninguna anomalía. La instalación consistiría en dos platos exteriores, uno sobre cada rueda motriz del carro de combate. Cada plato metálico estaría compuesto de un espaciador de anillo, un tope de pista y dos tornillos que se montarían tal y como viene reflejado en la siguiente imagen.

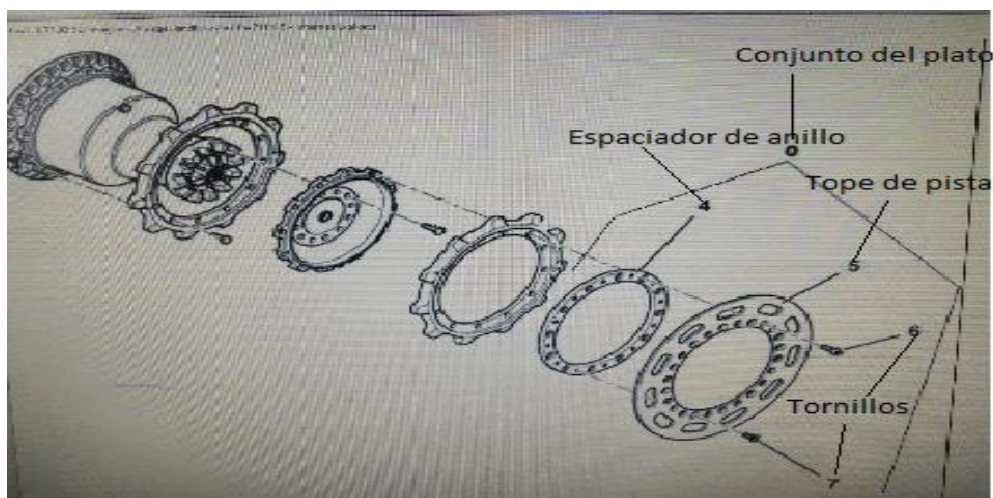


Ilustración 10. Componentes del plato exterior. Fuente: escalón del regimiento. Edición propia.

El plato exterior cuyo nombre comercial es kit limitador de fuga ya cuenta con Número OTAN de Catálogo (NOC 4910-33-2166621), lo que permite mejorar la logística y el abastecimiento, lo que posibilitaría intercambiar piezas entre los miembros de una misma misión y en este caso de la eFP en Letonia, incluso con carros Leopard de otros países.

Con la implementación de este plato mejoraremos la operatividad del carro de combate, de una manera poco costosa con respecto a otros sistemas, permitiendo a la tripulación llevar a cabo su misión sin verse comprometida por problemas mecánicos como la salida de una cadena. Para ello se tendrá que realizar un contrato con la empresa civil para que proporcionen las piezas, con el objetivo de extender su uso a todas las unidades para que desplieguen en Europa del Este utilizando el plato exterior.

Es de mencionar que al haberse extraído de lecciones aprendidas de las unidades en Letonia, se entiende que sólo ha sido probado en el Leopard 2E en ese terreno arenoso. Por tanto, haría falta comprobar su comportamiento en otros tipos de terreno, por ejemplo en el Campo de Maniobras San Gregorio para analizar su funcionamiento.

5.5. Resumen de modificaciones

En conclusión, se ha determinado que las mejoras a añadir para actualizar al Leopard 2E son las siguientes:

- Adopción de un misil contra carro como nueva munición.
- Sistema de armas de control remoto de autodefensa inmediata.
- Sistema de defensa activa.
- Implementación de un plato exterior en la rueda motriz.

Como se ha podido ver en los apartados anteriores, todos ellos pueden ser implementados sin que ninguno interfiera a otro. Sin embargo, es necesario realizar un estudio de la energía que consumiría todos estos sistemas conectados al mismo tiempo, analizando la electrónica y viendo cómo afectarían a las baterías del carro de combate, asumiendo que tal vez sea necesario una modificación en estas últimas para asegurar la estabilidad del nuevo Leopard 2E. Se asume también el riesgo de tener que realizar una perforación en el blindaje para poder conectar el cableado de la CPU del sistema Trophy al BMS del jefe del carro.

Se considera que no será necesaria una nueva pantalla para el jefe de carro para controlar los sistemas ya que se integrarían en el BMS. Así, todos los sistemas quedarían de esta manera:

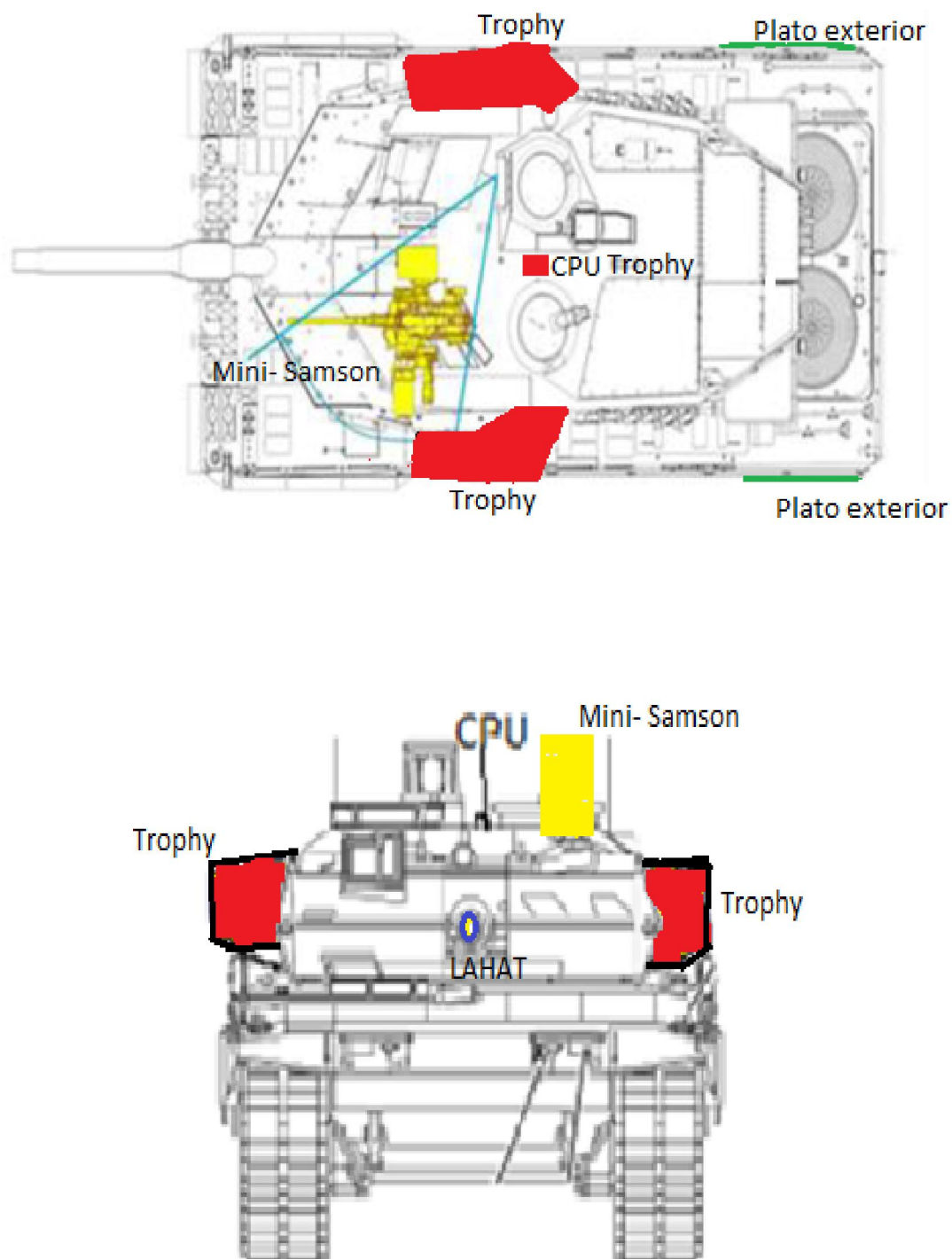


Ilustración 11. Sistemas integrados en el Leopard 2E. Fuente: elaboración propia.

6. LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

Una vez propuestas estas mejoras habría que estudiarse su inclusión en un programa de modernización, junto con las referentes a otros escenarios (aire acondicionado para desierto, protección antiminas para combate en poblaciones, etc.) o necesidades (mejora de la ergonomía, por ejemplo). Si los organismos correspondientes determinan la viabilidad del proyecto habría que solicitar el inicio del proceso de certificación técnica y estudio de viabilidad económica para su implantación. Para ello se debe elevar desde el MADOC un documento de solicitud para que la División Logística estudiase su viabilidad y las posibilidades de llevar a cabo estas mejoras.

Debido al gran avance en guerra electrónica por parte de los medios rusos sería interesante investigar en líneas futuras la incorporación al carro de combate de un sistema mejorado de comunicaciones encriptadas. La Synaps, sistema de radio por software prevista para reemplazar a la PR4G, mejoraría la defensa ante ataques de guerra electrónica y permitiría la transmisión de datos entre unidades en tiempo real.

Otro avance interesante para investigar en las próximas actualizaciones es la mejora del cañón del Leopard 2E. Moscú está valorando instalar uno de 152 mm en el T-14 Armata (Gao, 2018). Por tanto, ya se ha anunciado la implantación en el futuro carro de combate europeo MGCS de un cañón de 140 mm, aunque está prevista su entrada en servicio en 2035, por lo que habría que investigar en líneas futuras una posible modificación del cañón del carro español o de la munición de uranio empobrecida como la que emplea el M1 Abrams (Maíz Sanz, 2019; Prados, 2001).

Por último, tras las respuestas recogidas en las entrevistas y la información que ha proporcionado la sección que desplegó en Letonia, se desprende que el uso de los carros en las condiciones climatológicas características en Letonia comporta grandes problemas en la electrónica debido a la humedad que se recoge en el compartimento de la electrónica. Por tanto, sería adecuado proponer la realización de un estudio sobre posibles mejoras, como el uso de una espuma estanca o un sistema de drenaje en el Leopard 2E.

7. CONCLUSIONES

Atendiendo a las mejoras, innovaciones y los avances que van incorporando los carros de combate más modernos, se puede ver que la mayoría van dirigidas a mejorar la protección, la potencia de fuego y la movilidad. Esto unido a la variedad de espectros que comprende la guerra híbrida, es fundamental implementar mejoras que cubran las necesidades anteriormente mencionadas, por lo que es crucial contar con un sistema de defensa activo, un sistema de armas de control remoto, un misil contra carro y el plato exterior que permitan mejorar las tres facetas, haciendo del Leopard 2E un carro polivalente capaz de combatir en multitud de terrenos y haciendo frente a cualquier tipo de amenaza. Se ha probado que el Ejército español cuenta con un magnífico carro de combate, además tenemos la experiencia de los carristas y la tecnología está en el mercado, por tanto, es factible alcanzar a los carros de última generación presentes en el mercado. Con todo ello, se han asentado las premisas para la adaptación del Leopard 2E al combate en Europa del Este.

Debido a las constantes amenazas rusas y la tensión que existe entre Rusia y la Alianza Atlántica, considero éste un trabajo realizable que se ajusta de manera precisa a la realidad del Ejército de Tierra, que en cualquier momento podría entablar combate con las fuerzas rusas en Letonia o allá donde la OTAN le despliegue en Europa del Este.

Puedo afirmar que este trabajo me ha sido de gran ayuda para: trabajar buscando fuentes fiables de información, asentar el proceso a la hora de solucionar un problema, saber dónde buscar publicaciones oficiales, referenciar todas las fuentes de información siendo metódico con el almacenamiento de esa información, saber gestionar el tiempo y las etapas para elaboración del tiempo, y, sobre todo, conocer el funcionamiento del Leopard 2E en Letonia, sus datos técnicos y las desventajas del carro frente al terreno y sus homólogos rusos.

En conclusión, en este trabajo se ha realizado un análisis de las necesidades del Leopard 2E para el combate en Europa del Este que ha permitido realizar un informe que sirva como guía para futuras actualizaciones, con el objetivo que eliminen las vulnerabilidades más destacadas del carro de combate.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Publicaciones reglamentarias y normativa militar

- DIDOM. (2016). Estrategia híbrida rusa. Análisis del conflicto Ruso- Ucraniano. Madrid: MADOC.
- Ejército de Tierra. (2008). MT6-049. Carro de Combate Leopard 2 E Manual de Tripulación y Mantenimiento de 1 er Escalón. Madrid.
- MADOC. (2017). Tendencias. Volumen II“ Tendencias según especialidades.” Granada: Ejército de Tierra.
- MADOC. (2019). Presencia Avanzada Reforzada en el flanco Este de la OTAN. Lecciones aprendidas. Granada: Ejército de Tierra.
- MADOC. (2014). PD4-009. Combate en montaña y zonas de clima frío. Granada: Ejército de Tierra.

8.2. Libros

- Feickert, A. (2016). Army and Marine Corps Active Protection System (APS) Efforts. Retrieved from www.crs.govR44598
- Fernández Mateos, F. (2010). Presente y futuro de los medios acorazados españoles. InfoDefensa.
- Klein, M., Wissenschaft, S., - German Institute for International, P., & Affairs, S. (2015). Russia's New Military Doctrine. NATO, the United States and the "Colour Revolutions."
- Gutiérrez, A. V. (2002). Futuro escenario urbano (década 2020). Ejército de Tierra.

8.3. Hojas técnicas

- Army Technology. (2019). Laser Homing Attack Missile (LAHAT). Retrieved from <https://www.army-technology.com/projects/laser-homing-attack-missile/>
- Israel Aerospace Industries. (2019). Lahat Missile : Laser Homing System for Long-Range Accuracy. Retrieved October 15, 2019, from <https://www.iai.co.il/p/lahat>
- Krauss-Maffei Wegmann. (2010). LEOPARD 2 . With the performance characteristics of the A7+. Retrieved October 14, 2019, from <https://www.kmweg.com/home/tracked-vehicles/main-battle-tanks/leopard-2-a7/product-information.html>
- Merrill. (2019). Remote Weapons Stations. Retrieved October 15, 2019, from <http://www.merrilltg.com/brandedproducts/rws/>
- New World Encyclopedia. (2019). Eastern Europe. In *New World Encyclopedia*. Retrieved from https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Eastern_Europe
- Rafael. (2019). TROPHY™ Active Protection System. Retrieved October 24, 2019, from <https://www.rafael.co.il/worlds/land/trophy-aps/>
- World Atlas. (2017). Geography of Latvia, Landforms. In *World Atlas*. Retrieved from <https://www.worldatlas.com/webimage/countrys/europe/latvia/lvland.htm>

8.4. Artículos

- Juan Martín, D. (2018, August). Misión en el Báltico. *Armas y Cuerpos*, 61–67.
- Villarejo, E. (2019). “We need a long-range artillery capability”. Interview with General Francisco Javier Varela Salas, Chief of Staff, Spanish Army. *European Security & Defence*, (5), 60–62.
- Estado Mayor de la Defensa. (2018). Las tripulaciones del Leopard, al más alto nivel en la misión eFP II de Letonia. Retrieved from https://emad.defensa.gob.es/en/operaciones/noticias/2018/07/listado/180707-carros-de-combate-efp.html?__locale=en
- Hensoldt Optronics. (2016). Vehicle Optronics.
- Rheinmetall Defence AG. (2010). LAHAT LEOPARD 2. Retrieved October 20, 2019, from <http://www.army-guide.com/eng/product4135.htm>
- Villarejo, E. (2018). Misión Letonia: maniobras a -21oC. ABC.
- Villarejo, E. (2019). El Ejército español con carros de combate a 200 kilómetros de la frontera rusa. ABC.

8.5. Trabajos de fin de grado

- Martínez Gómez, J. J. (2016). Implementación de un sistema de defensa activa en el Carro de Combate Leopard 2E. Centro Universitario de la Defensa.
- García Gómez, D. (2015). Innovaciones tácticas y técnicas de los carros de combate en la guerra asimétrica: El caso de la implementación del sistema de armas por control remoto Mini-Samson en el Leopard 2E (Centro Universitario de la Defensa). Retrieved from <http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2014/14180/TAZ-TFG-2014-408.pdf>
- Iglesias Martín, J. (2019). Estudio comparativo de estaciones de armas de control remoto para implementar como armamento secundario en el carro de combate “Leopardo 2-E” (Centro Universitario de la Defensa). Retrieved from <http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2014/14180/TAZ-TFG-2014-408.pdf>

8.6. Internet

- Army Recognition. (2016). Iran tested its first home-made Active Protection System (APS) mounted on Zolfaqr tank. Army Recognition. Retrieved from https://www.armyrecognition.com/october_2016_global_defense_security_news_industry/iran_tested_its_first_home-made_active_protection_system_aps_mounted_on_zolfaqr_tanks_72510162.html
- ArmyRecognition. (2016). Analysis of Russian Afganit active protection system. Retrieved October 14, 2019, from https://www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/analysis_russian_afganit_active_protection_system_is_able_to_intercept_uranium_tank_ammunition_tass_11012163.html
- Below The Turret Ring. (2017). Hardkill APS overview. Retrieved October 29, 2019, from Below The Turret Ring website: <https://below-the-turret-ring.blogspot.com/2017/01/hardkill-aps-overview.html>

- Carrasco, B. (2019). Las claves del Ejército de Tierra del futuro: Leopard 2E Plus, Pizarro fase III y Dragón 8x8. La Razón. Retrieved from <https://www.larazon.es/espana/las-claves-del-ejercito-de-tierra-del-futuro-leopard-2e-plus-pizarro-fase-iii-y-dragon-8x8-JD23461549>
- Defense News. (2018). French and German armor makers test the waters with a 'Euro-tank.' Defense News. Retrieved from <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/eurosatory/2018/06/11/french-and-german-armor-makers-test-the-waters-with-a-euro-tank/>
- Carrasco, B. (2018). Thales presenta su radio Synaps al programa VCR 8x8 del ejército. InfoDefensa. Retrieved from <https://www.infodefensa.com/es/2018/11/20/noticia-thales-presenta-radio-synaps-programa-ejercito.html>
- Defense Update. (2006). Active Defense and Countermeasures Soft Kill. Retrieved October 17, 2019, from https://defense-update.com/20060425_soft-kill-intro.html
- Forte, G. (2017). La guerra de Siria pone en duda la reputación del tanque "Leopard 2." InfoDefensa. Retrieved from <https://www.infodefensa.com/mundo/2017/01/20/noticia-guerra-siria-reputacion-tanque-leopard.html>
- Gao, C. (2018). Could Russia's 152-Millimeter Cannon Be Added to the Armata Tank? The National Interest. Retrieved from <https://nationalinterest.org/blog/buzz/could-russias-152-millimeter-cannon-be-added-armata-tank-25182>
- Gerden, E. (2019). Russia Has Big Plans for Combat Helicopters. Rotor & Wing International. Retrieved from <https://www.rotorandwing.com/2019/06/19/russia-big-plans-combat-helicopters/>
- Giles, K. (2017). Assessing Russia's Reorganized and Rearmed Military - Carnegie Endowment for International Peace. Retrieved from <https://carnegieendowment.org/2017/05/03/assessing-russia-s-reorganized-and-rearmed-military-pub-69853>
- Instituto de Estrategia. (2017, August 4). Shtora 1. El tanque T- 90: el arma cegadora que utiliza el ejército sirio para atacar a los terroristas. Retrieved from <http://www.institutodeestrategia.com/articulo/internacional/tanque-t-90-cegadora-arma-utiliza-ejercito-sirio-atacar/20170804135844004718.html>
- Rheinmetall Defence AG. (2006). Lahat for Leopard 2 Tanks. Retrieved from Defense aerospace website: http://www.defense-aerospace.com/article-view/release/73901/laser_guided-missile-offered-for-leopard-tanks.htm
- Maíz Sanz, J. (2019). El futuro carro de combate europeo llevará un cañón de 140 mm. *Defensa.Com*. Retrieved from <https://www.defensa.com/otan-y-europa/futuro-carro-combate-europeo-lleva-canon-140-mm>
- Marx, S. (2004). LAHAT could enhance Leopard 2 firepower. Retrieved October 20, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/294635349_LAHAT_could_enhance_Leopard_2_firepower
- Navarro García, J. M. (2019). Así serán los cinco demostradores del VCR Dragón-noticia. *Defensa.Com*.
- Popular Mechanics. (2017, June). *Russian T-14 Tanks Get Anti-Tank Missile With 7-Mile Range*. Retrieved from <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/news/a27023/russias-new-tank-will-out-stick-americas-abrams/>

- Prados, L. (2001). Una polémica munición estrenada en el Golfo. *El País*. Retrieved from https://elpais.com/diario/2001/01/04/internacional/978562808_850215.html
- Rheinmetall Defence AG. (2010). LAHAT LEOPARD 2. Retrieved October 20, 2019, from <http://www.army-guide.com/eng/product4135.html>
- Rogoway, T. (2017). Images Emerge Of M1A2 Abrams Tank Equipped With Trophy Active Protection System. *The Drive*. Retrieved from <https://www.thedrive.com/the-war-zone/14966/images-emerge-of-m1a2-abrams-tank-equipped-with-trophy-active-protection-system>
- Soh, T. (2018). Gun Launched Anti-Tank Guided Missiles. *Defense Politics Asia*. Retrieved from <https://defensepoliticsasia.com/gun-launched-anti-tank-guided-missiles/>
- Woody, C. (2017). Russia tank active protection systems Norway NATO countermeasures. *Business Insider*. Retrieved from <https://www.businessinsider.com/russia-tank-active-protection-systems-norway-nato-countermeasures-2017-5?IR=T>

9. ANEXOS

9.1. Anexo I. Carro de combate Leopard 2E.

En 1998, el Ministerio de Defensa español firmó un contrato con la empresa Santa Bárbara Sistemas (adquirida por la norteamericana General Dynamics) para el suministro de 219 carros de combate Leopard 2E, 16 vehículos de recuperación Büffel (Búfalo) y 4 carros escuela, entregados entre 1999 y 2009 (Fernández Mateos, 2010).



Ilustración 12. Carro de combate Leopard 2E. Fuente: elaboración propia-

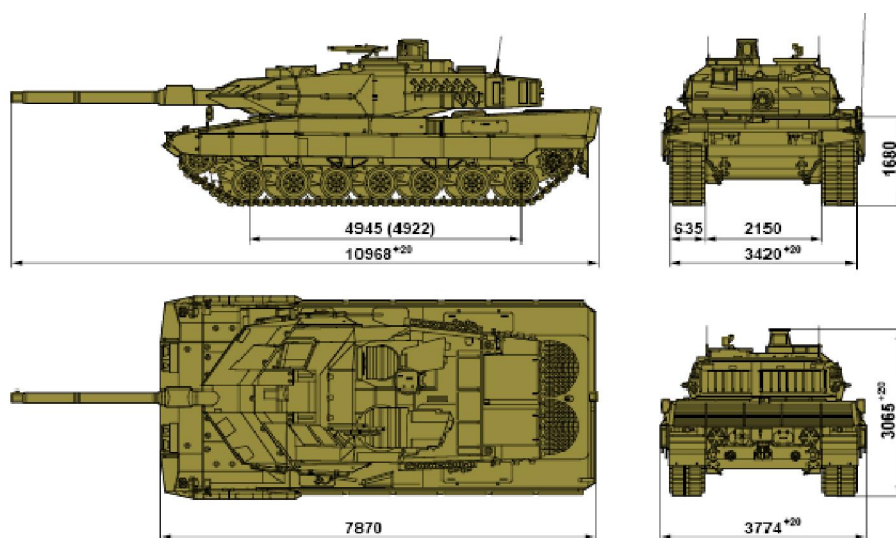


Ilustración 13. Dimensiones del Leopard 2E. Fuente: adaptación del Carro de Combate Leopard 2E para el combate en el desierto.

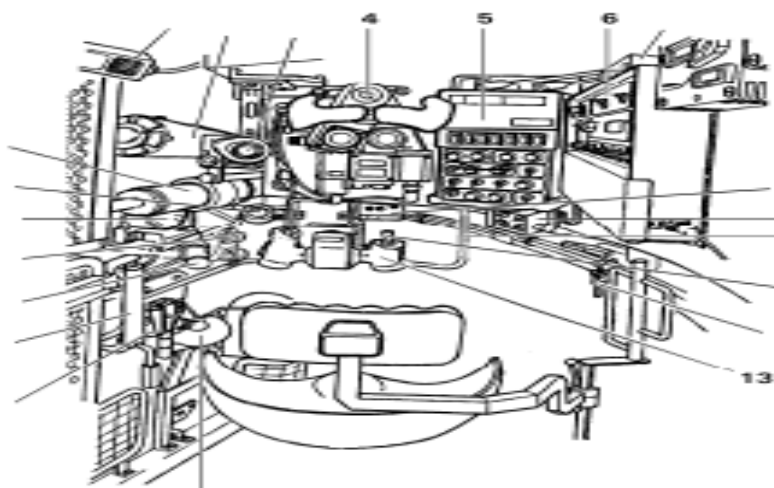


Ilustración 14. Posición del tirador con el EMES. Fuente: MT6-049.ET 2018.



Ilustración 15. Alvéolos para proyectiles de 120mm. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 16. Pantalla del jefe de carro BMS LINCE. Fuente: estrella digital.

9.2. Anexo II. Factores físicos del Báltico .

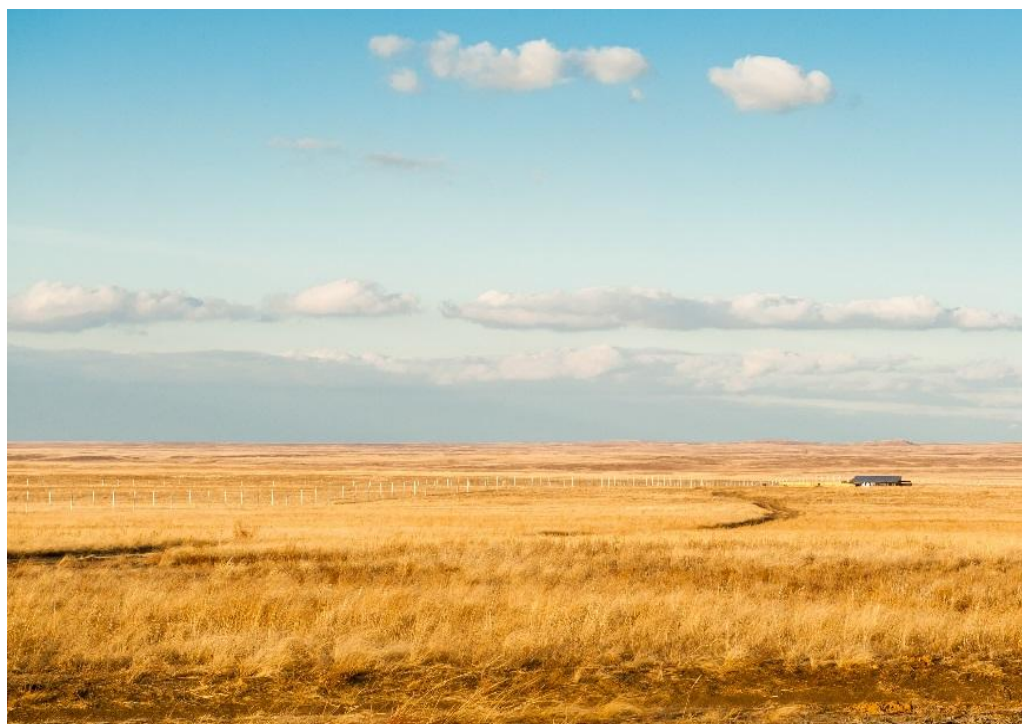


Ilustración 17. Paisaje de estepa. Fuente: Dreamstime



Ilustración 18. Terreno arenoso en Letonia. Fuente: Alamy.

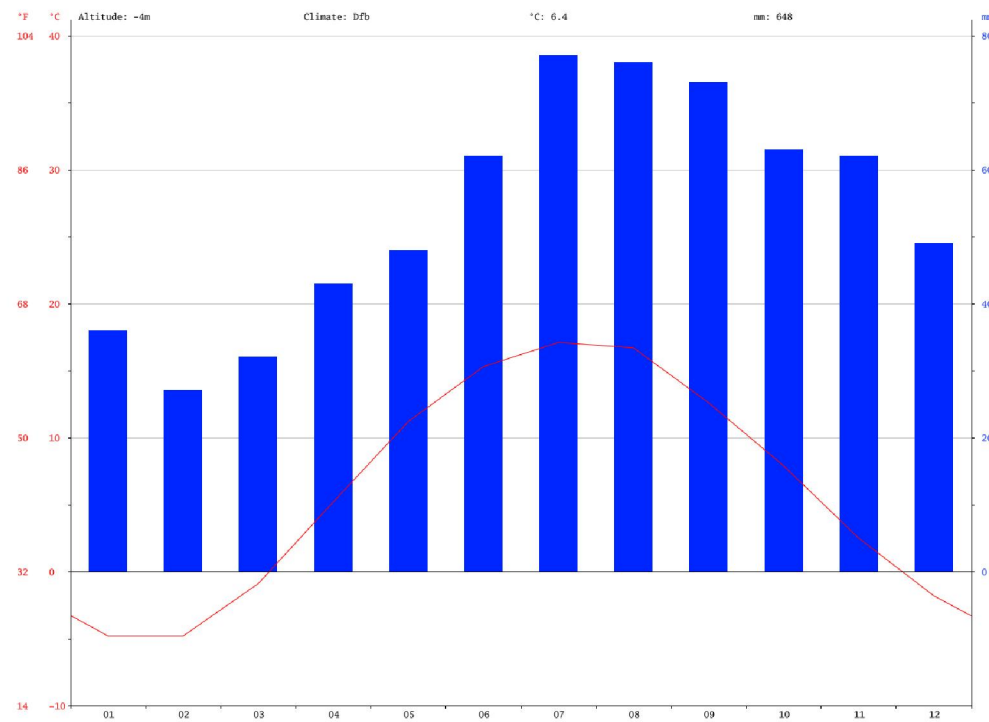


Ilustración 19. Climograma de Letonia. Fuente: Climate Data.



Ilustración 20. Salida y puesta de sol en Riga. Fuente :Citipedia

9.3. Anexo III. Características de los Carros de Combate.

	Leopardo 2E	T-90M	Armata T-14
Origen	Alemania	Ruso	Ruso
Tripulación	4	3	3
Peso(t)	62,1	46	48
Calibre cañón principal(mm)	120	125	125
Munición transportada	42	42	40
Ametralladora 12,70 mm	No	1	1
Ametralladora 7,62 mm	2	1	1
Sistema de armas de control remoto	No	Sí	Sí
Misil guiado por láser	No	Sí-9M119M Refleks	Sí-3UBK21 Sprinter
Alcance munición por láser(km)	-	5	12
Potencia del motor (cv)	1500	1130	1350
Velocidad máxima(km/h)	68	67	75
Autonomía del vehículo(km)	300	550	300
Blindaje reactivo	No	Sí- Relikt	Sí- Malachit
Sistema de protección pasiva	Sí	Sí	Sí
Sistema de protección activa	No	Sí- Shtora1	Sí- Afganit

Tabla 3. Características de CC. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 21. T-90M ruso. Fuente: Wikipedia.



Ilustración 22. T- 14 Armata. Fuente: RT.

9.4. Anexo IV. Modelo de entrevista al personal de la eFP Letonia.

TRABAJO FIN DE GRADO 5º CURSO

CAC.INF. Paul Mailfer Méndez.

El citado cadete se halla realizando el Trabajo de Fin de Grado (TFG) como último paso para la finalización del Grado de Organización Industrial.

El TFG se titula “Actualización del CC Leopard 2E para el combate en escenarios de Europa del Este”. Por ello se realiza una entrevista al personal que ha sido desplegado en la misión Presencia Avanzada Reforzada-Letonia, para reunir información acerca de su experiencia y percepción del funcionamiento y uso del CC en este escenario; con el objetivo final de determinar las posibles mejoras técnicas a implantar en el carro Leopard 2E en futuras modernizaciones

NOTA: Esta entrevista es voluntaria y toda la información aportada será tratada de forma anónima. Los resultados serán incorporados al TFG, que tendrá una difusión limitada.

Gracias por su colaboración.

Empleo:

Años de Servicio en el Ejército:

Años de experiencia con carros de combate:

Años de experiencia con el carro Leopard:

¿Ha trabajado con el carro de combate Leopard 2E en Letonia?

Sí

No

¿Considera necesaria alguna modificación en el carro de combate Leopard 2E para adaptarlo al escenario de Europa del Este?

Cite las carencias que ha percibido durante la misión en Letonia; determinando qué mejoraría en el Leopard 2E para el combate en esta zona de operaciones (blindaje, sistemas de defensa, armamento, mecánica, ergonomía, electrónica,...). Por favor, numérelas en orden de prioridad.

Con respecto al terreno, ¿qué diferencias importantes ha notado con respecto al habitual en territorio nacional? ¿mejoraría algo del CC Leopard 2E para una mejor adaptación al terreno en Letonia?

Observaciones. Indique cualquier cuestión que considere podría ser relevante en la realización de este TFG:

Muchas gracias por su colaboración.

Zaragoza, 6 de Septiembre de 2019.

Cuestionario sobre la posible actualización del carro de combate Leopard 2E.

9.5. Anexo V. Misil LAHAT.

Technical Details	Performance
<p>Weight:</p> <p>Missile - 15 Kg (with canister)</p> <p>Quad Missile Launcher - 22 Kg</p> <p>Dual Missile Launcher - 13 K</p>	<p>Capable of hitting moving and maneuvering targets</p>
<p>Length: 1 meter</p>	<p>Warhead Versions:</p> <p>Anti-Tank</p> <p>Combined warhead-penetration and fragmentation</p>
<p>Guidance: Semi-Active Laser Homing</p>	
<p>Effective range: 8 Km</p>	
<p>Hit angle:</p> <p>Low hit angle for structure attacks</p> <p>High hit angle for open area attacks</p>	
<p>Hit Accuracy: CEP less than 0.7 meter</p>	

Ilustración 23. Hoja técnica LAHAT. Fuente: Israel Aerospace Industries.



Ilustración 24. Misil LAHAT. Fuente:Army Technology.

9.6. Anexo VI. Hoja técnica del M1 ELRF/D.

Optical Data		
Laser rangefinder	ELRF	LRF/D
Laser type	Raman shifted Nd:YAG	OPO shifted Nd:YAG
Wavelength	1543 nm	1572 nm
Measuring rate	1 Hz for 120 s	1 Hz continuous
Safety class acc ANSI Z136.1	1	
Range accuracy	±5 m	
Measuring range	80 - 9,995 m	
Range resolution	5 m	1 m
Multiple target resolution	≤20 m	
Features	First echo/ last echo	
Aiming reticle	660 nm	
Target designator		
Laser type	-	Nd:YAG
Wavelength	-	1064 nm
Measuring rate	-	8 - 20 Hz
Laser class	-	4
Pulse duration	-	15 ns (±5 ns)
Electrical Data		
Power supply	18 - 32 V DC	
Interface	Operation: parallel interface Diagnostics: RS 422 serial interface	Operation: parallel interface and RS 232 Diagnostics: RS 422 serial interface
Mechanical Data		
Dimensions (WxHxL)	108x295x223 mm	
Weight	9 kg	10 kg
Ambient Conditions		
Temperature	-35°C to +63°C	
Environmental test	MIL-STD-810	
EMI/EMC Test	MIL-STD-461/462	
Power supply	MIL-STD-1275	

Ilustración 25. Hoja Técnica. Fuente:Henseldt.

9.7. Anexo VII. Mini Samson.

SAMSON MINI

Compact stabilized remote weapons station



General Dynamics Ordnance and Tactical Systems and Rafael are teamed in a joint venture, GD Dynamics, LLC, to provide integration and production of the Samson Mini remote weapons station. The Mini has been deployed and proven under combat conditions.

Specifications	
Mount Type	Dual-axis, gyro-stabilized mounting system for weapon and sight pod
Weight	
Overall Combat Weight (excluding main weapon, ammunition and ballistic protection)	Approximately 440 pounds (200 kg)
Weapons (partial list)	
Armament	5.56mm machine gun 7.62mm machine gun 12.7mm (.50 caliber) M2 machine gun 40mm automatic grenade launcher
Obscurant (optional)	Smoke grenade launcher
Ammunition types - ready for use	
5.56mm rounds	Up to 1,500
7.62mm rounds	Up to 1,150
12.7mm (.50 caliber) rounds	Up to 400
40mm rounds	Up to 96
SGL	Up to 8
Traverse Range	360°
Elevation Range	
Note: Depression range may be limited by vehicle structure.	
	-20° ±1 to +60° ±1
Power Supply	24 voltage direct currents (VDC) Nominal (18-32 VDC)
Power Consumption	
Average power consumption	<15 amps at 28 VDC

GENERAL DYNAMICS

Ordnance and Tactical Systems

GD

GD DYNAMICS LLC

RAFAEL

ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD.

11109 10th Court North - Suite 200 - St. Petersburg, FL 33716 - (727) 578-8100 - armamini@gd-ots.com - www.gd-ots.com

Approved for Public Release 2013

Ilustración 26. Hoja técnica Mini Samson. Fuente: General Dynamics.



Ilustración 27. Subsistema de mando y control. Fuente: PapTecnos. Propuesta de instalación del Sistema Mini-Samson para carros.

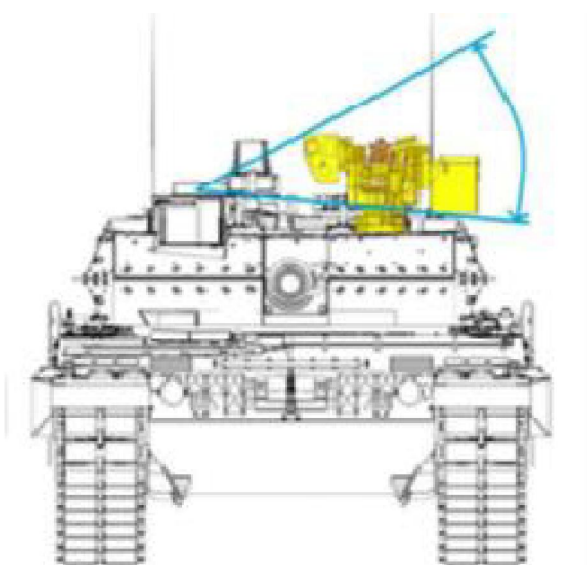


Ilustración 28. Emplazamiento del subsistema de armas.. Fuente: PapTecnos. Propuesta de instalación del Sistema Mini-Samson para carros.



Ilustración 29. Prototipo de la Mini-Samson en el Leopard 2E. Fuente: PapTecnos. Propuesta de instalación del Sistema Mini-Samson para carros.

9.8. Anexo VIII. Funcionamiento de un APS.

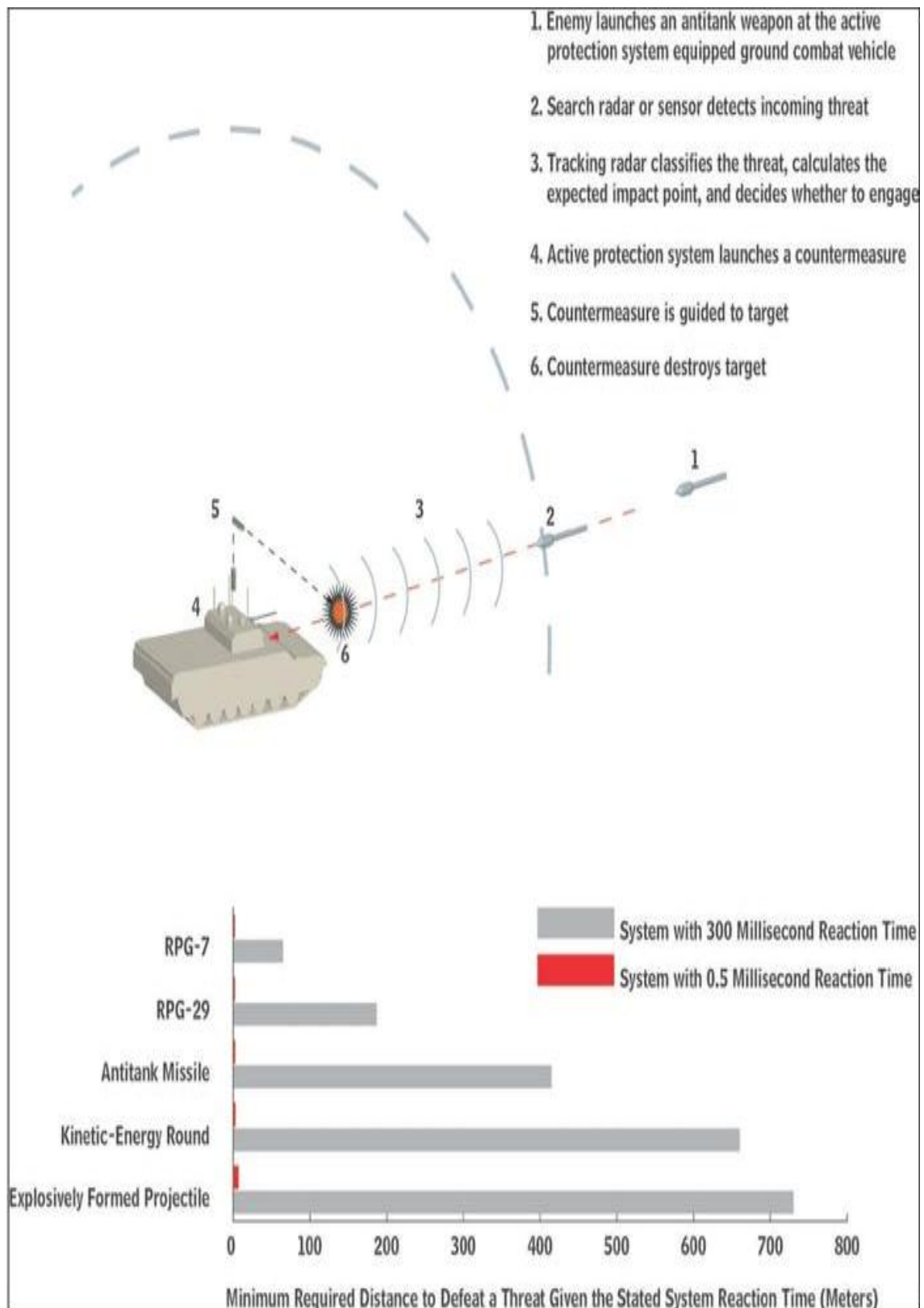


Ilustración 30. Funcionamiento de un APS "HardKill". Fuente: Businessinsider.

9.9. Anexo IX. Plato exterior.



Ilustración 31. Plato exterior del PCMASA defectuoso. Fuente: sección en eFP Letonia..



Ilustración 32. Rueda propulsora. Fuente: elaboración propia.